3e Année N° 15 Juin 1936

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

(Météorologie, Séismologie, Magnétisme terrestre, Océanographie, Volcanologie, Hydrologie)

Paraissant tous les deux mois

SOMMAIRE

Nuages et météores d'hivernage à la Martinique.
Cartes synoptiques intéressant l'Amérique du Sud.
La grêle en A. O. F.
Renseignements Généraux.
La grêle au Sénégal.
La grêle en Guinée française.
Calcul de la tension de la vapeur d'eau aux Colonies.
Sondages à deux théodolites aux Colonies.
Halo remarquable à Yaoundé (Cameroun).
Notes et informations.
Bibliographie.

PARIS Ve
LAROSE ÉDITEUR
11, RUE VICTOR-COUSIN

Prix du Numéro : 6 francs

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

LAROSE, Éditeur,
11, Rue Victor-Cousin, PARIS (Ve)

-:- Téléphone : Odéon 32-70 -:-

Chèques postaux : Paris 428.81

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL

(6 numéros)

FRANCE ET COLONIES FRANÇAISES. . .	35 francs.
ETRANGER	40 francs.

Les abonnements sont payables d'avance à la souscription.

Chaque changement d'adresse doit être accompagné de 1 franc en timbres-poste.

Prix des collections 1934 et 1935, l'une .	50 francs.
Prix du N° isolé de ces collections..	10 francs.

Tous droits de reproduction réservés

Les Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer sont publiées sous les auspices du *Conseil de Perfectionnement des Services de Physique du Globe des Colonies,* et sous la direction de M. Henry Hubert, Inspecteur Général du Service Météorologique Colonial.

Chaque numéro contient des mémoires originaux, une chronique des questions de Physique du Globe intéressant les Colonies françaises et une revue bibliographique.

Les Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer résument les recherches et observations faites par les météorologistes coloniaux et présentées dans les publications locales ; elles abordent en outre soit des études spéciales n'ayant pu trouver place dans ces publications, soit — et cela de préférence — des travaux d'ensemble concernant des groupes ou la totalité de nos territoires extérieurs. Elles se proposent de faire ressortir la variété et la nouveauté des recherches de Physique du Globe entreprises dans nos possessions lointaines et de réaliser une présentation synthétique des questions, considérées dans le cadre très vaste de notre domaine colonial.

Les numéros de l'année 1936 sont publiés à l'aide d'une subvention de la Fondation Loutreuil (Académie des Sciences).

J. AURICOSTE

Horloger de la Marine de l'État ;
de l'Observatoire du Bureau des Longitudes
et du Service Géographique de l'Armée

10, Rue La Boëtie, PARIS

Téléph. : Anjou 25-60

Études
Projets
et
Devis
gratuits
sur demande

Installation
de
Centres Horaires
—
Distribution
d'heure

HORLOGERIE DE HAUTE PRÉCISION
:-: PENDULES ASTRONOMIQUES :-:
:-: CHRONOMÈTRES DE MARINE :-:
CHRONOGRAPHES-COMPTEURS
:-: HORLOGERIE ÉLECTRIQUE :-:
Construction — Réparations

Nuages et météores d'hivernage à la Martinique

Généralités

Cette note est un simple résumé d'observations directes.

On aurait pu chercher à déterminer et classer ce que certains auteurs appellent les « types de temps ». Si on peut découvrir facilement à la Martinique des types de temps remarquables (2 ou 3), il y a entre ces types trop d'intermédiaires pour pouvoir fournir une classification satisfaisante.

On peut concevoir toutefois que les facteurs dont dépend le temps peuvent se réduire grossièrement à deux :

1° Situation météorologique générale sur l'Atlantique Nord ;

2° Influences locales (île montagneuse des régions tropicales).

Nuages

Les nuages sont isolés ou groupés (systèmes). Les individus isolés se prêtent remarquablement à la photographie. Malheureusement, 150 vues prises sur films détériorés ont donné des clichés inutilisables pour l'agrandissement. Nous ne donnerons donc que quelques croquis sommaires ne fournissant qu'une idée imparfaite de la netteté et de la curiosité de certaines formations nuageuses

Les nuages les plus fréquemment observés sont les faux cirrus des basses latitudes et les cumulus de beau temps. Ces nuages ne semblent pas organisés. Leur nébulosité respective peut varier de 2 à 9 dans des temps également variables.

La direction des cirrus n'est pas constante, ils proviennent le plus souvent de l'Est ou de l'Ouest, rarement du N. et du S. Ils ne semblent avoir aucun rapport avec les autres formes nuageuses (pourtant, on les voit quelquefois descendre et se transformer en cirro-cumulus, puis en alto-cumulus). Ils présentent les variétés indiquées par les météorologistes dans les régions tempérées, certains auteurs les considèrent comme très élevés (Coyecque, Fassig...). On tendrait à conclure de leur variabilité de direction à l'inexistence ou du moins à la non permanence d'un contre-alizé.

Jusqu'à présent, l'observation des cirrus ne nous a pas donné de résultats concluants à cause de leur lenteur apparente et de la présence fréquente de nuages inférieurs qui gênent l'observation.

Le cumulus de beau temps est le nuage type transporté par l'alizé. Quand le fond du ciel est très pur, les nuages se détachent en contours arrondis très blancs et très nets, la base est légèrement ombrée. La nébulosité est, dans ce cas, plus forte sur l'île que sur la mer et au vent que sous le vent. Elle atteint le plus souvent son maximum aux heures chaudes de la journée, en liaison avec le maximum du mouvement ascensionnel diurne. Les cumulus bourgeonnent surtout dans l'après-midi et se transforment souvent en d'imposants cumulo-nimbus, dont nous reparlerons plus loin.

Quand le vent n'est pas nul ou très faible, ces nuages sont inclinés dans le sens de leur propagation. Dans ce cas, les lignes de courants ascendants ne sont évidemment pas verticales.

Lorsque les nuages sont organisés, on a un système nuageux analogue à ceux des régions tempérées.

Ces systèmes orageux sont transportés par l'alizé ou se forment sur place (orage local, pluies orographiques). Ils comportent, en général, un voile laiteux de cirro-stratus avec quelquefois en dessous, un autre voile épais, souvent presque opaque d'alto-stratus ; on y distingue, ensuite, des alto-cumulus. Puis, comme nuages inférieurs, des cumulo-nimbus, des nimbus et des cumulus bourgeonnant plus ou moins (cumulus de mauvais temps). Ces systèmes ont une forme vaguement elliptique, leur marche est lente, ils restent souvent stationnaires sur les îles. Leur étendue est variable, quelquefois l'île est simplement couverte, d'autres fois le voile de nuages moyens et élevés s'étend au loin dans toutes les directions. Des renseignements provenant de la Guadeloupe et de quelques navigateurs laissent à penser qu'ils peuvent recouvrir toute la région des Petites Antilles.

Nous avons signalé plus haut des cumulus bourgeonnants et des cumulo-nimbus. Voici le schéma typique de leur évolution :

Quand la force du vent est notable en altitude, on voit, dans l'après-midi surtout, les cumulus bour-

geonner rapidement à leur arrivée sur l'île (sol surchauffé, effet de relief) ; la base est horizontale et noire ; les contours sont arrondis et nets ; les développements en altitude semblent considérables. Les sommets sont quelquefois recouverts d'un petit capuchon de faux cirrus ; on y voit aussi, parfois, un éventail de dimensions variables.

Quand le vent est nul, ou très faible, tant au sol qu'en altitude, on voit, sur les Pitons du Carbet, s'amonceler des masses nuageuses, très noires à la base, qui peuvent avoir un aspect tourmenté. Les vents, très faibles et variables, font supposer l'existence de tourbillons à axes horizontaux. L'ensemble bourgeonne. A une certaine altitude, le bourgeonnement cesse pour faire place à un éventail cirriforme qui va en augmentant de bas en haut. Il semble qu'il y ait un écoulement continu de bas en haut de vapeur d'eau condensée, entre les parties cumuliformes et l'éventail de faux cirrus. Cet écoulement diminue peu à peu, si bien que la base et le sommet finissent par se séparer, ce dernier s'étale en une nappe ou voile ressemblant à un alto-stratus et dont l'altitude paraît varier entre 4 et 5000 m., quelquefois moins. Ce voile est fréquemment emporté par les vents régnants en altitude.

Ces formations ont lieu également, mais moins souvent, sur la Montagne Pelée, celle du Vauclin et la mer des Antilles.

S'il existe simultanément plusieurs cumulo-nimbus, assez rapprochés, on voit quelquefois les éventails cirriformes se rejoindre en s'étalant, on assiste alors à la formation d'un système orageux fixe ou local. Dans certains cas, les alto-cumulus sont dus à la séparation de leur base, de sommets cumuliformes de cumulo-nimbus.

On observe également des systèmes nuageux de dépression (cyclone tropicaux), mais rarement, bien entendu.

Météores aqueux et électriques

Les précipitations ont lieu par des averses d'instabilité, pluies continues ou intermittentes coïncidant avec le passage d'un système nuageux et des pluies orographiques, continues ou intermittentes.

Les pluies continues ne semblent pas présenter de particularités bien intéressantes, on en trouve l'équivalent dans les autres régions du Globe. L'étude des pluies intermittentes est beaucoup plus intéressante. En général, elles ont lieu au passage d'un cumulo-nimbus sous forme d'averses violentes. Ces averses sont d'origine orographique si le nuage se forme ou se modifie sur les massifs montagneux de l'île. Mais, parfois, il pleut déjà en mer, en dehors de la zone d'influence de l'île : les pluies sont alors d'origine purement convectionnelle.

Ces météores sont accompagnés, quelquefois, d'éclairs et de tonnerre. Les marins de la région les appellent « grains » quand ils ne sont pas le siège de phénomènes électriques, et « orages » dans le cas contraire. Une tradition qui semble se perdre les ferait désigner sous le nom de « lamentins ». Il est entendu, qu'il ne s'agit pas de grains sens où l'entendent les météorologistes des régions tempérées (ligne de grains de Durand Gréville, front froid des cyclones du front polaire) associés à une singularité des isobares (isobares en V), mais plutôt aux grains orageux de l'Afrique Occidentale (1), improprement appelés tornades ; il serait souhaitable qu'on conserve à ces météores le nom de « lamentins ».

Voici, en gros, ce que l'on observe de la station située sur le Morne Tartenson : le cumulo-nimbus est déjà formé à l'est avec ou sans panache cirriforme, sa base d'où tombe de la pluie est très sombre ; au fur et à mesure de son approche, l'humidité relative augmente en même temps que la température baisse. Au moment de l'arrivée du météore, le vent augmente brusquement de force, change quelquefois de direction. Enfin, le baromètre donne un « crochet d'orage », hausse ou baisse. La pluie tombe violemment en grosses gouttes.

Le cumulo-nimbus ne se forme pas par condensation sur place, mais par arrivée de la vapeur d'eau en altitude et par expansion de celle-ci au milieu de l'air. Il n'y a donc pas diminution de pression.

La survente est rarement très forte (sauf dans les grains ou orages de dépression qui sont exceptionnels), le plus souvent la force du vent double, passe de deux à quatre en moyenne ; malgré cela, la circulation au sein du nuage vers 1500 ou 2000 m. doit être extrêmement intense ; l'état électrique de ces météores est également inconnu, pour ces raisons il est recommandé aux avions de les éviter, mais ceci n'est pas toujours aisé ; le plus simple est de voler très bas, on ne risque alors qu'une forte averse.

La durée de la pluie est variable, elle coïncide assez souvent avec la durée du passage du cumulo-nimbus, mais il n'y a pas toujours précipitation ; dans ce cas, les instruments sont impressionnés de manière analogue, mais plus faiblement. Ces nuages à averses peuvent faire partie d'un système orageux : ils sont alors, souvent, le siège de manifestations électriques

(1) H. Hubert. — *Nouvelles études de la Météorologie de l'A. O. F.* Paris, 1925.

violentes et de longue durée. Les chutes de foudre sont assez fréquentes en région montagneuse.

Les chutes de pluies accompagnant les cumulo-nimbus peuvent-elles être considérées comme des averses de front froid ?

Par analogie avec les indications données par Coyecque, on peut admettre (surtout l'après-midi) que l'air au-dessus de la mer des Antilles et du versant sous le vent est plus chaud que l'air Atlantique, il en résulterait une sorte de front froid ayant une direction approximativement N.-S. et passant par les principaux sommets de l'île. On aurait de l'air plus ou moins frais (alizé), chassant devant lui un air plus chaud ayant à peu près même direction en projection horizontale.

Quoiqu'il en soit, nous ne savons pas trop comment les trajectoires du vent sont modifiées par les massifs montagneux, les vallées, etc... En tous cas, il est certain que ces perturbations dans le mouvement de l'air sont cause de nombreuses averses. Les pluies sur la mer paraissent moins importantes que les précipitations sur l'île.

On n'a observé à la Martinique, depuis que l'on y fait des observations météorologiques, ni chute de grêle (même sur les hauteurs), ni trombes, ni éclairs globulaires.

Exemples illustrant les considérations précédentes

1° *Type de beau temps des* 5 *septembre* 1932. — Vent d'Est faible. Cumulus de beau temps venant de l'Est. Nébulosité maxima : 7, vers 12 ; minima : 1, vers 18 h.

2° *Perturbation cyclonique des* 5 *et* 6 *septembre* 1931. — Le 5 septembre, baisse lente barométrique de 1 mm. en 12 h. Vent d'Est, force 5, en moyenne. Les nuages sont des cumulo-nimbus passant rapidement en donnant quelques averses. Nébulosité variable entre 5 et 8.

Dans la matinée du 6, la baisse continue ; le vent est toujours de l'Est, assez fort. Vers 13 heures, arrivée d'énormes masses nuageuses à base noirâtre et sans formes nettes, le vent passe brusquement de l'Est au N.-E., la force devient 8, la pluie tombe ensuite pendant 1 heure (30 mm.). En 2 heures, la pression baisse de 3 mm. pour remonter ensuite. Le vent redevient d'Est à 15 heures.

Observations effectuées au Morne des Cadets.

(1) Voir les dessins et diagrammes des pages 75 et 76.

3° *Orage du* 3 *août* 1932. — Au matin, ciel couvert par des cirrus-stratus, alto-stratus et alto-cumulus avec quelques cumulus. Vers 10 h. 30, du matin, on commence à voir à l'horizon des nuages en rouleaux assez étendus ; à 11 h., ces nuages recouvrent les Pitons le long d'une ligne allant des sommets à la Redoute. La pluie commence à tomber sur les hauteurs. Tonnerre. La base des nuages s'étale et une partie recouvre la station. Le baromètre baisse de 0 mm. 4. A 11 h. 25, le vent qui était nul, devient NNE, force 4 ; puis, au bout d'un quart d'heure, il devient faible. Vers midi trente, pluie modérée sur la ville. Orage jusque vers 14 h. sur la station, mais le temps est toujours très mauvais sur les hauteurs. A 14 h., les rivières ont une crue subite et très forte, les bas quartiers de la ville sont inondés (50 cm. en moyenne ; 1 m. 30 en certains endroits). Vers 14 h. 30, l'orage se dissipe. A 15 h., la crue est terminée. Par la suite, temps couvert et calme.

4° *Grain du* 4 *août* 1932. — Au début de la journée, vent faible de l'Est, ciel nuageux (cumulus de beau temps). Vers 11 h., arrivée d'un cumulus bourgeonnant à base noire et de grande étendue, le vent passe à l'ENE ; à midi, pluie sur la station, baisse de température de 4°. Crochet au baromètre de 0 mm. 3.

Temps beau par la suite.

5° *Grains orageux du* 21 *septembre* 1932. — Depuis trois jours, basses pressions, avec gradient très faible sur la région des Petites Antilles de Saint-Thomas à la Barbade, avec vents irréguliers. Le 21, le baromètre est en remontée légère. Le matin, vent nul. Beau temps. Cumulus bourgeonnant. Ciel 1/3 couvert. Les nuages viennent de l'Est. A 10 h., le vent se lève faible de l'WSW, passe à l'W à 13 h., puis, à 15 h., à l'E ; à 15 h. 30, *orage sur les pitons*. Hausse barométrique. A 16 h., le vent passe au N, puis à l'ENE vers 17 h. Jusqu'à 17 h., les nuages viennent de l'Est, altitude 1000 m. environ. Après 17 h., ils viennent de l'ENE. Nébulosité maxima : 7 à 15 h. ; 2 à 7 h. et entre 18 et 19 h.

6° *Grains orageux du* 6 *octobre* 1932. — Dans la matinée, beau temps, vent faible E à ESE. De 12 h. à 13 h. 30, formation de cumubo-nimbus sur les Pitons ; le vent passe de l'E à l'ESE, la force augmente de 2 unités Beaufort. Tonnerre au Nord. De 14 à 15 h., vent faible. Après 15 h., arrivée à l'Est du cumulo-nimbus à faible bourgeonnement, avec nuages moyens (alto-stratus) venant de l'ESE ; à 15 h. 30, pluie (20 mm. en 30 minutes), tonnerre,

crochet d'orage au barogramme, pendant quelques minutes survente (force 1 à 4). Par la suite, vent au sol faible d'ENE, direction des nuages : ESE. (Observations effectuées à Fort-de-France).

7° *Queue de grain du* 13 *août* 1932. — La journée commence avec quelques averses données par des cumulus.

Vers 18 h., arrivée d'un cumulo-nimbus de grande dimension, à base très large et très noire, avec éventail de faux cirrus. Peu de pluie sur la station, forte averse sur la mer. Baisse de température de 4°. Variation barométrique insignifiante. Direction du vent au sol et du nuage : Est. Survente : force passe de 1 à 3.

8° *Evanouissement d'un cumulo-nimbus du* 23 *août* 1932. — Jusqu'à midi, beau temps avec vent au sol nul ou faible de l'E à ENE. Le ciel est à moitié couvert par des cumulus bourgeonnants venant de l'Est. Après midi, le vent au sol passe au NNE, toujours faible ; un cumulo-nimbus est en formation sur les Pitons. A 14 h., la base est approximativement à 800 m. et le sommet à 4000 m. environ. Il se forme un panache de faux cirrus, tandis que le bourgeonnement se ralentit. A 14 h. 30, on a un nuage à base très noire s'étalant entre les sommets des montagnes et la mer. Vers 15 h. 30, le sommet du nuage et sa base sont séparés, le vent passe au NW faible, l'humidité relative passe brusquement de 58 à 82. Vers 17 h. 30, ce nuage a complètement disparu, les vents reprennent leur direction normale.

9° *Evanouissement d'un cumulo-nimbus le* 27 *octobre* 1932. — A 17 h. 40, au-dessus de l'horizon en mer, masses nuageuses cumuliformes avec deux protubérances, à la partie supérieure de chacune se forme un panache de faux cirrus ressemblant à une langue et se dirigeant vers le NE.

A 18 h. 05, la protubérance 1 a disparu, pluie sur la mer.

A 19 h. 30, disparitions du cumulo-nimbus 2.

Les vents de SW, à l'altitude des alto-cumulus, ont coïncidé avec la formation d'une perturbation cyclonique probablement vers la côte Sud de la Dominique. Le baromètre a subi une baisse sensible du 28 octobre au 1er novembre. Vers le 10 novembre, la perturbation se trouvait sur la côte Sud de Cuba.

Observations effectuées au Morne des Cadets.

De Salles de Hys,
Ingénieur-Météorologiste des Colonies.

Interprétation de cartes synoptiques intéressant la côte septentrionale de l'Amérique du Sud

Les observations qui ont servi à construire les quatre cartes ci-jointes font partie de la centralisation effectuée à l'Observatoire de Fort-de-France pour la protection du voyage de l'hydravion *Lieutenant-de-Vaisseau Paris*. Elles se rapportent à une période de la saison d'hiver (décembre 1935. Voir figures des pages 77 à 80).

Elles ne peuvent pas être comparées aux cartes synoptiques régulièrement dressées par l'Observatoire pour la partie au Nord du 10° N de la région des Antilles. Les renseignements obtenus pour les côtes de l'Amérique du Sud sont bien moins complets et souvent incertains. Il n'a pas été possible d'utiliser la valeur absolue de la pression à Natal, à Norohna et à Cayenne, les corrections à apporter à ces observations étant inconnues.

Les stations dont les observations barométriques ont pu servir sont :

Port-of-Spain (île de la Trinité),
Georgetown (Guyane Britannique),
Para Belem (Brésil),
Fortaleza (Brésil).

De plus, il a été possible d'utiliser les observations du vent à Cayenne, Natal (Brésil) et à l'île Fernando de Noronha.

Influence saisonnière. — La région considérée descend jusqu'au 5° de latitude Sud. Malgré ceci, on ne discerne pas sur les cartes de discontinuité équatoriale. Tous les centres d'action représentés sur les cartes se rattachent au régime de l'hémisphère Nord.

Une zone de hautes pressions relatives se dessine dans la partie Nord de la région et une zone de baisse reste caractéristique de la région méridionale.

Distribution des centres. — Dans l'ensemble, la région considérée a été parcourue dans sa partie Nord par des ondes de pression. Une coupe faite parallèlement à la côte se rapproche d'une sinusoïde bien

caractérisée le 17 et le 19. Il est probable qu'on se trouve en présence de zones successives soumises à l'action de l'air froid lourd (sommets positifs de la sinusoïde) et de l'air chaud. Il est également probable que des fronts de discontinuité thermiques existent entre ces zones.

Sur aucune des quatre cartes, la région de l'Amazonie n'apparaît comme centre de hautes pressions.

La direction du vent confirme l'existence au cours des quatre jours considérés d'un centre de baisse sur l'Amazonie. Des observations de plus longue durée permettent de leur côté de croire à la permanence relative de ce centre dont le rôle pourrait être essentiel dans la météorologie de la côte Nord-Brésilienne et de la Guyane.

Distribution des vents. — L'étude des vents nous a fait ressortir les difficultés qu'il y a à distinguer deux courants dominants à la Martinique : un courant du NE (alizé) et un courant équatorial (vent d'Est). Aussi, il a paru intéressant de schématiser les isobares qui figurent sur les cartes présentées.

Le dessin de la page 80 reproduit ce schéma.

On peut retenir que l'inclinaison générale des isobares est telle que les gradients possibles sont dirigés soit vers le Sud-Ouest, soit vers l'Ouest. On peut donc se figurer la région comme parcourue successivement par les vents d'Est (courant équatorial) et Nord-Est (alizé).

Les observations du vent à Trinidad et à Para Belem confirment l'état calme de l'atmosphère ou même donnent du vent du NW.

Sans tenter aucune généralisation, il est permis de noter que la situation décrite se retrouve fréquemment au cours de toute la série des observation (le mois de décembre en entier), pas de vents forts ni à Trinidad, ni à Belem ; ceci laisse croire que :

1° L'importance des centres de baisse (B) est minime ;

2° Les noyaux se déplacent en suivant la direction de l'axe de la sinusoïde. L'alternance des régimes du vent d'Est et des vents du Nord-Est à la Martinique constitue une preuve du déplacement des noyaux le long de cet axe.

Le sens de cette propagation ne peut être déterminé par l'examen des quatre cartes présentées. Mais, en observant que la disposition sinusoïdale des isobares est typique aussi pour la région toute voisine de la Mer des Antilles, caractérisée par une propagation d'Est vers l'Ouest, on peut s'attendre à la même direction dans la région considérée.

Influence des centres extérieurs à la région. — L'hypothèse d'un centre bas durable dans la région de l'Amazonie (l'existence de ce centre est d'ailleurs conforme aux indications fournies par le seul examen géographique de la région) n'explique pas la violence du vent du Nord ou même du Nord-Ouest, dans la région de Cayenne notamment.

Il a fallu, pour en trouver la cause, examiner la partie située plus au Nord de l'Atlantique. Il ressort de cette étude que la force du vent du Nord à Cayenne est en relation avec la position des centres d'action de cette région. Ainsi, le 18 et le 19, moment où le vent à Cayenne atteignait la force de tempête, l'anticyclone des Bermudes était fortement déplacé vers le Sud. Par contre, à partir du 21, une dépression se dirigeant de l'Ouest vers l'Est (régime extra-tropical de l'Atlantique) était centrée sur les Bermudes, c'est-à-dire exceptionnellement bas. L'anticyclone des Bermudes, toujours repoussé vers le Sud, était en voie de disparition. Les observations exécutées à bord de l'hydravion *Lieutenant-de-Vaisseau-Paris*, au large de Cayenne, le 22, paraissent même indiquer que l'anticyclone n'existait plus du tout. Cayenne signalait en ce moment des vents faibles. Ces deux situations sont schématisées sur les deux cartes de la page 79.

Conclusions. — Les quatre cartes synoptiques présentées font apparaître une situation isobarique en sinusoïde le long de la côte du Brésil et de la Guyane.

Un centre de basses pressions caractérise la région de l'Amazonie.

La croissance de la pression dans l'hémisphère Sud n'apparaît pas sur ces cartes.

La propagation des noyaux en V (boucles de la sinusoïde), s'opère suivant la direction de son axe et probablement d'Est vers l'Ouest. La violence du vent dans la région de Cayenne semble avoir pour cause bien plus la position de l'Anticyclone dit des Bermudes que l'importance des centres de basses pressions de la côte.

Enfin, le dessin des isobares se prête à l'explication de la permanence des vents des Secteurs Est et Nord-Est dans la région considérée.

S. Frolow,
Ingénieur-Météorologiste des Colonies,
Fort-de-France. — Martinique.

La grêle en A. O. F.

Renseignements Généraux

La grêle en Afrique Occidentale Française n'est pas un phénomène très rare ; elle est même assez fréquente dans les contrées montagneuses et sur certains points élevés, nettement délimités.

Elle accompagne toujours un orage ou un grain, le plus souvent un grains orageux très violent ; toutefois, les phénomènes relatifs à la grêle sont compliqués par l'action du vent, qui emporte les grêlons loin du lieu de leur production : ce qui explique les rares cas de grêle observés sans orage ni grain. Comme dans les pays tempérés, la grêle est locale, son extension géographique est très petite par rapport à celle de l'orage : sa formation paraît être la même que dans les pays à latitude plus élevée. De 1921 à 1934 inclus, une moyenne de 170 stations a signalé 321 chutes de grêle.

Répartition géographique (voir carte p. 81). — En Mauritanie : chutes rares, sauf à Atar.

Au Sénégal : quelques chutes en de rares points.

En Guinée : chutes fréquentes notamment dans la région montagneuse comprise dans le triangle Kindia-Siguiri-Mali (30 % des chutes totales) ; fréquentes aussi dans la région de Beyla, un peu moins dans la région de Kissidougou, rares autres régions.

En Côte d'Ivoire : chutes rares, sauf dans la partie septentrionale (une moyenne de deux chutes par station en 14 ans).

Au Dahomey : chutes assez fréquentes dans les régions de Natitingou, Guenné, Parahoué et Pobé, assez rares ailleurs.

Au Soudan : rares, sauf dans la région de Faladié où les conditions météorologiques semblent être particulières (9 cas en 4 ans).

Au Niger : une moyenne de 2 à 3 chutes.

Si on consulte une carte en relief, on constate que les points où les chutes sont fréquentes ou relativement fréquentes se situent uniquement, ou presque, sur les régions élevées ou accidentées. Ceci est assez naturel dans les pays tropicaux ; la température variant en sens inverse de l'altitude, la grêle produite à de très grandes hauteurs a moins de chances de fondre avant son arrivée au sol, sur les hautes contrées que sur les basses. De plus, les courants ascendants sont plus fréquents et plus violents dans les régions montagneuses ou accidentées.

Si l'on a observé quelques chutes de grêle dans des régions à faible altitude, en 14 ans, une seule a été observée sur la côte (Saint-Louis, 9 octobre 1934).

En Afrique Occidentale Française, la grêle dans les basses régions est toujours accompagnée par des grains orageux très violents ; donc, les courants ascendants sont très forts. De plus, par temps d'orage, la décroissance de la température est très rapide : ces phénomènes expliquent les chutes de grêle sur les régions à faible altitude dans les pays tropicaux. Mais, comme par ailleurs, la grêle en A. O. F. a aussi des lieux de prédilection : points à ionisation maxima et régions formées de terrains siliceux, granitiques et ferrugineux ; par exemple à Beyla où 13 cas de grêle ont été observés, le terrain du poste est formé d'amphibolite à magnétite. Il y aurait intérêt à ce que les observateurs qui signalent de la grêle donnent la nature et les accidents du terrain sur lequel elle est tombée et, autant que possible ses limites. Ainsi, Agadez signale trois chutes de grêle, toutes les trois à un kilomètre au Sud d'Agadez, aucune sur le poste ; on peut dire que le terrain où s'est produit la chute est plus riche en fer que le terrain du poste d'Agadez, ou qu'il est plus exposé aux courants ascendants.

Répartition de la grêle dans le temps. — La grêle en A. O. F., est d'une façon générale, inversement proportionnelle à la hauteur d'eau. Si l'on comparait le graphique de la p. 80 avec le graphique des hauteurs d'eau annuelles, on verrait que les minima de grêle correspondent aux maxima de pluie et inversement. On peut expliquer ce phénomène comme ceci : les excédents de pluie des années à forte pluviosité étant généralement fournis par les pluies de mousson, qui sont de faible densité, mais de longue durée, les orages sont moins fréquents et surtout plus faibles, d'où diminution des cas de grêle. Le nombre d'années d'observations n'est pas assez élevé pour pouvoir être affirmatif, mais la grêle paraît avoir des périodes de chutes relativement fréquentes et des périodes de chutes rares, et contrairement à la pluie

les périodes de chutes fréquentes sont plus longues que les périodes de chutes rares.

Répartition dans l'année. — Elle varie suivant les régions, comme pour les orages, il se produit un maximum au début de la saison des pluies et un maximum bien plus faible à la fin de la saison des pluies.

MOIS	CAS en %	RÉGIONS
Janvier.....	1,5	Guinée
Février.....	6	Sud de la Guinée, de la Côte d'Ivoire et du Dahomey.
Mars.....	6	Frontières du Libéria, au Sud et au Nord du Dahomey.
Avril.....	16	Guinée et Nord du Dahomey.
Mai.....	18	Guinée, ancienne Haute-Volta et Sud-Ouest du Niger.
Juin.....	14	Centre de la Guinée, ancienne Haute-Volta et Sud-Ouest du Niger
Juillet.....	13	Un peu partout sauf en Côte d'Ivoire et au Dahomey.
Août.....	7	Boucle du Niger.
Septembre...	8	Mauritanie et vallée du Niger.
Octobre.....	8	Bas Sénégal et ancienne Haute-Volta.
Novembre...	3	Cas très rares en Guinée, au Soudan et au Nord du Dahomey.
Décembre...	1,5	Sud-Est de la Guinée.

Direction d'où vient la grêle. — 95% des chutes de grêle viennent du secteur compris entre le Nord-Nord-Est et le Sud-Sud-Est.

Heures de chutes. — La plus grande partie des chutes de grêle a lieu entre 12 et 18 heures (82%) avec un maximum à 17 heures ; puis, entre 18 et 24 heures (8%) ; ensuite, entre 0 et 6 heures (6%), et enfin entre 6 et 12 heures (3%) : on n'a jamais signalé de la grêle entre 8 et 10 heures.

Formes est dimensions de la grêle. — En Afrique Occidentale Française, les grêlons sont généralement de forme sphérique ou ovoïde, quelquefois coniques, leur grosseur varie de quelques millimètres à 20 millimètres ; exceptionnellement, Mopti a signalé des grêlons compris entre 30 et 40 millimètres après de nombreuses mensurations ; la taille moyenne est celle d'une grosse noisette.

En Afrique Occidentale Française la grêle est d'ordinaire peu dense et sa chute ne dure que quelques minutes, souvent même à peine une minute ; elle fond dès son arrivée au sol. On a cependant signalé en Guinée des cas où la couche de grêlons atteignait 2 cm. d'épaisseur, il s'agit probablement d'endroits accidentés où les grêlons avaient été balayés par le vent.

La grêle en A. O. F. n'est pas un fléau, comme dans les pays tempérés ; cela s'explique par sa faible densité et sa courte durée : les dégâts importants sont causés par les grains généralement très violents qui accompagnent la grêle. Quant à la grêle elle-même, on ne peut lui imputer que quelques jardins potagers un peu saccagés, quelques épis de mil coupés ; au Soudan, des jeunes calebasses mâchées et, par ce fait, rendues inutilisables ; dégâts insignifiants à comparer aux dégâts causés par les grains orageux et surtout les sauterelles.

Par suite de son caractère local, la grêle est très difficile à prévoir.

M. Bougnol,
Météorologiste de l'A. O. F.

Les chutes de grêle au Sénégal en 1934

La grêle a été notée, au Sénégal, en 1934 :

1° A la frontière des Cercles de Kédougou et de Bakel : le 1er juillet, un grain orageux d'une extrême violence s'est abattu sur certains villages du Cercle de Bakel, près de la frontière de Kédougou (Kouroucoma-Vélingara, Diamé-Bakary).

Les arbres furent déracinés, des branches cassées, des cases enlevées.

Le grain fut accompagné de la chute de gros grêlons.

C'est la première fois que les indigènes voyaient de la grêle.

2° A Saint-Louis, le 9 octobre, un grain a débuté à 19 h. 10, accompagné d'éclairs et de tonnerre, de pluie et de grêle.

Les nuages de grains venaient du S.-E., la force maximum du vent a été de 64 km. heure.

La pluie a duré 33 minutes et a atteint son maximum à 19 h. 25 pour prendre fin à 19 h. 40, la perturbation disparaissant dans le N.-E.

La grêle a duré 4 minutes, de 19 h. 08 à 19 h. 12, et le diamètre moyen des grêlons a été estimé à 10 m/m.

La quantité d'eau recueillie a été de 11 m/m 7.

Il y a lieu de remarquer que le centre de la perturbation n'a pas passé sur Saint-Louis, mais à 2 km. dans l'Est environ. Dans cette direction, et depuis 15 heures, des cumulus puissants étaient apparus dans la brume pour augmenter et tendre au cumulonimbus, doublé de fracto-cumulus à partir de 18 h.

PICQ.
Ingénieur-Météorologiste des Colonies,
Saint-Louis. — Sénégal.

La grêle en Guinée Française en 1932-1933-1934

ANNÉE 1932

Mali, 8-1-32. — Grêle à 18 heures. Grêlons ayant la forme et la dimension d'un grain de maïs ; durée de la chute : de 17 h. 55 à 19 h. sans grain ni orage ; températures extrêmes de la journée : 20°6 et 9°4.

Mamou, 5-5-32. — De 12 h. à 13 h. : grain orageux (15 m/m. d'eau) et grêle. Grêlons de 1 cm. durant la pluie.

Mamou, 29-3-32. — De 12 h. 30 à 13 h. 30 : grain orageux et grêle.

Bissikrima, 14-4-32. — Quelques grêlons avec pluie fine (4 m/m d'eau), de 6 h. à 6 h. 45.

Labé, 23-6-32. — Grêlons de forme ronde avec pluie, 6 m/m 3, de 6 heures à 6 h. 30.

Pita, 30-6-32. — Pluie de 12 h. à 16 h. (29 m/m). Grêlons au début de la pluie : de la grosseur d'un petit pois ; durée de la chute : 3 minutes, avec orage et pluie (10 m/m 3).

Siguiri, 12-12-32. — Nombreux grêlons ; certains volumineux.

Siguiri, 13-12-32. — Pluie accompagnée de grêlons de dimensions faibles, de 13 h. 30 à 15 h. 20 (13 m/m d'eau).

ANNÉE 1933

Beyla, 15-2-33. — Grêlons au début de la pluie accompagnée d'orage à 18 heures.

Telimélé, 24-2-33. — Grêlons de 1 cm. à 1 cm. 2 de diamètre au début de la pluie, à 18 h.

Dalaba, 31-3-33. — Chute de grêlons commençant quelques secondes avant la pluie, soit à 16 h. 45, puis coïncidant avec la pluie pendant un quart d'heure environ, soit jusqu'à 17 h. La pluie s'est prolongée jusqu'à 18 h. 30 (pluie accompagnée d'orage venant d'Est : 18 m/m d'eau).

Kissidougou, 7-3-33. — De 16 h. 55 à 17 h. 10 : pluie et orage accompagné de rares grêlons au début.

Kissidougou, 1-4-33. — De 15 h. à 15 h. 30 : grain orageux (21,1 m/m d'eau). Au début : chute de grêlons de 8 à 10 m/m de diamètre.

N'Zérékoré, 5-4-33. — De 16 h. 55 à 17 h. 10 : pluie et orage accompagné de grêlons ronds ou ovoïdes de 3 m/m de diamètre environ. Durée de chute : 2 minutes.

N'Zérékoré, 31-10-33. — De 15 h. 35 à 17 h. : grain orageux et pluie (46,2).

Au début, pendant 4 minutes, avec la pluie : grêlons de forme ronde ou ovale (1 cm. de diamètre).

Dubréka. — Nuit du 9 au 10 octobre : chute de grêlons.

Koumbia, 25-10-33. — De 15 h. à 15 h. 30 : grain orageux venant NE ; hauteur d'eau : 21,1. Au début, chute de grêlons de 8 à 10 cm. de diamètre durant 5 minutes.

Beyla, 12-12-33. — De 14 h. 15 à 15 h. 30 : grain orageux venant ENE. Hauteur d'eau : 16 m/m. Grêlons de 1 cm. au début.

ANNÉE 1934

Beyla, 4-2-34. — De 17 h. à 17 h. 30 : grain orageux, forte pluie.

Kissidougou, 26-2-34. — Orage (venant d'E) et pluie, de 16 h. 15 à 17 h. Grêlons.

Mamou, 8-4-34. — Chute : 5 minutes. Petits grêlons plats de forme rectangulaire. De 15 h. 20 à 16 h. 35 : orage d'E (13 m/m 1).

Mamou, 24-4-34. — Durée de chute : 15 à 20 minutes. Grêlons ronds ou ovales. Poids : 0,95 à 1 gr. 15.

Ces deux précipitations n'ont occasionné aucun dégât. De 13 h. 20 à 15 h. 25 : orage d'E (27,3).

Kindia, 15-4-34. — Durant un quart d'heure chute de grêle accompagnant la pluie.

Dalaba, 15-4-34. — Orage et grêle. Grêlons de la grosseur d'un grain de maïs.

Faranah, 16-4-34. — Chute de grêle : durée 20 minutes. Grêlons de forme ovoïde et de la grosseur d'un pois ; rares ; quelques-uns par mètre carré.

La Kollente, 18-4-34. — Grêle à 17 h. 30. Violent coup de vent, puis gouttes de pluie et, pendant quelques minutes, gros grêlons espacés (grosseur d'une noisette) suivis d'une forte averse et d'orage.

Bissikrima, 26-5-34. — Grêle. Pluie de SE, avec orage à partir de 19 h. 30 (10 m/m).

Labé, 26-5-34. — Grêle. Pluie de SE avec orage à compter de 14 h. 30 (13 m/m) ; durée grêle : cinq minutes. Grêlons sphériques : diamètre moyen, 5 m/m. Orage, vent et pluie après la grêle ; pas de dégâts.

Siguiri, 27-5-34. — Durée chute : 5 minutes. Grêlons atteignant la grosseur d'une noisette. La pluie a précédé et suivi la chute de la grêle. Grain orageux de 16 h. 45 à 17 h. 30.

Mamou, 3-5-34. — Grain orageux à 14 h. et grêle.

Bissikrima, juin 1934. — De 16 h. à 17 h. 05 : grain orageux. Grêlons atteignant jusqu'à 0 cm. 5 de diamètre.

Labé, 9-7-34. — Grain orageux et grêlons d'un diamètre moyen de 5 m/m. Durée de chute : 4 minutes.

Siguiri, 22-7-34. — Grêle de 18 h. 45 à 19 heures. Orage. Grêlons du volume d'un pois.

Mamou, 8-7-34. — De 11 h. à 18 h. : orage. Températures extrêmes : 18 et 31° ; durant 8 minutes : gros grêlons.

Bissikrima, 7-8-34. — Grêle. Orage, 42 m/m. Grêlons de 5 m/m de diamètre.

Yambering, 9-11-34. — Grêle de 14 h. 30 à 14 h. 35. Grêlons de 1 cm. de diamètre.

Conclusion

Il semble que l'on peut schématiser ainsi les chutes de grêle qui se produisent en Guinée : cumulo-nimbus, puis nimbus venant de l'E ; arrivée du vent E au sol (15 à 20 m/s. environ) et quelques gouttes de pluie, puis grêlons pendant quelques minutes, entremêlés de gouttes de pluie ; ensuite, forte averse et orage.

De l'ensemble des renseignements précédents, on peut tirer les conclusions suivantes :

1. — Tous les cas de grêle contatés durant cette période en Guinée (à l'exception de Siguiri qui se trouve dans la région soudanaise et de Dubréka) l'ont été dans la région montagneuse (Fouta et région forestière), en des localités dont l'altitude s'échelonne de quelques centaines de mètres à 1.500 mètres (Mali) (voir carte p. 82).

2. — Sauf exception, le plus grand nombre des chutes observées se place au début et à la fin de la saison des pluies, ou parfois en saison sèche avec les rares orages qui peuvent se produire à cette époque. Elles sont exceptionnelles de juin à septembre (période où les orages et grains sont rares).

3. — Le plus souvent, ces grêles accompagnent un orage ou grain orageux. Ces orages et grains viennent de l'Est.

4. — Les grêlons sont de forme généralement ronde ou ovale et, le plus souvent, volumineux. Leur durée de chute est généralement courte (quelques minutes) et ils sont clairsemés.

5. — Il ne semble pas que l'on puisse attribuer à la grêle des dégâts spéciaux au détriment des récoltes. La raison en est dans la faible durée de chute et la faible densité des grêlons. Si les orages à grêle sont fréquents dans les localités de la zone montagneuse, il semble, par contre, que les régions atteintes sont d'étendue faible.

En somme, en Guinée, la grêle n'est pas une calamité pour les récoltes comme dans les régions tempérées et il ne semble pas qu'elle ait un processus de formation différent de celui admis pour ces mêmes régions.

Hobeniche,
Ingénieur-Météorologiste des Colonies,
Conakry. — Guinée Française.

Calcul de la tension de vapeur d'eau aux Colonies

Les conclusions tirées de la discussion de la formule employée en France montrent bien que le chiffre des dixièmes de millimètres de la tension de vapeur est incertain et que, par conséquent, le chiffre des centièmes est illusoire. On le conserve à l'Observatoire pour ne pas troubler l'esprit des employés indigènes qui effectuent les calculs avec les tables d'Angot (pression 650).

Je crois cependant qu'on pourrait ajouter les quelques considérations suivantes :

1° La tension de vapeur d'eau s'exprime normalement dans la même unité que la pression barométrique. C'est ce que suppose la formule. Par suite, si l'on donne les pressions barométriques en millibars, les tensions de vapeur devraient être exprimées en millibars. C'est ainsi que procède le « Meteorological Office » de Londres, qui supprime, en outre, le chiffre des centièmes. De même, dans les pays (Etats-Unis) où la pression est exprimée en inches, on donne aussi la tension de vapeur en inches.

2° L'incertitude provenant du calcul avec la formule habituelle devient plus considérable si l'on cherche à se rendre compte de la valeur de la dite formule. (Voir, par exemple : Napier Shaw : *Manual of Meteorology*, vol. I, p. 195 et 196, ou Humphreys : *Physics of the air*, éd. 1920, p. 14 à 16.)

La formule applicable aux thermomètres sec et mouillé varie, comme l'évaporation, avec la vitesse du vent sous abri.

Lorsque le vent est nul ou presque nul (vitesse sous l'abri 0 à 0 m. 50), Pernter trouve :

$$F = F' - 0{,}0012 \times h \times (t - t')\ (l + t'/610)$$

La formule française $F = F' - 0{,}00079 \times h \times (t - t')$ correspond aux vents sous l'abri de 1 m. à 1 m. 50, cas le plus fréquent. Si l'abri est largement ventilé (vents supérieurs à 2 m. 50), Pernter donne :

$$F = F' - 0{,}000656 \times h \times (t - t')\ l + t'/610)$$

et Assmann, pour son hygromètre à ventilation mécanique, prend :

$$F = F' - 0{,}000662 \times h \times (t - t').$$

De leur côté, les Américains du Weather Bureau emploient la formule :

$$F = F' - 0{,}000660 \times h \times (t - t')\,(1 + 0{,}00115\, t')$$

qui se rapproche beaucoup des formes adoptées par Pernter et Assmann pour les psychromètres frondes.

Le Service Météorologique des Indes adopte la forme :

$$F = F' - 0{,}0079 \times h \times (t - t')\ (1 + t'/610)$$

L'emploi si généralisé de formules moins simples que la formule française montre bien que l'on trouve la formule simple insuffisante.

L'introduction du terme correcteur $1 + t'/610$ devient notable dès que l'air est très sec. Ce n'est pas le cas à Magasascar, du moins dans les stations existantes.

Lorsque le temps est calme, par exemple à Tananarive, le matin, aux dernières heures de la nuit et aux premières heures de la journée, la tension de vapeur calculée avec la formule française serait trop forte de :

$$0{,}0004 \times h \times (t - t')$$

c'est-à-dire de la moitié du terme correctif appliqué à la tension maxima.

La pression moyenne à Tananarive étant 650 m/m, l'erreur est : $0{,}26\ (t - t')$.
pratiquement toujours supérieure au dixième de millimètre, et qui atteint le millimètre lorsque $t - t' = 4°$.

Par contre, lorsque les vents sont relativement forts, donnant plus de 2 m. 50 sous nos abris tropicaux ouverts, notre coefficient 79 devient trop fort de 13 unités du 5e ordre, c'est-à-dire de un sixième de sa valeur, et nous obtenons des tensions de vapeur trop faibles de :

$$0{,}00013 \times h \times (t - t')$$

à Tananarive, l'erreur est de $0{,}085\ (t - t')$.

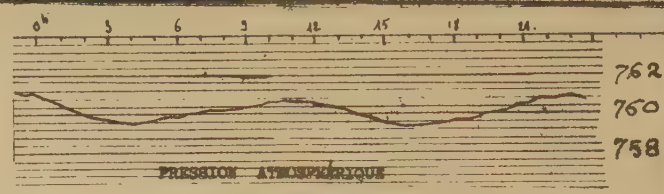
Elle se produit généralement par vent sec d'ouest, alors que $t - t'$ dépasse 4 à 5°. Son ordre de grandeur est donc de : 0 m/m. 4.

Il faut donc conclure que *la formule que nous employons ne garantit jamais le dixième de millimètre*, et peut donner des valeurs erronées de plusieurs dixièmes.

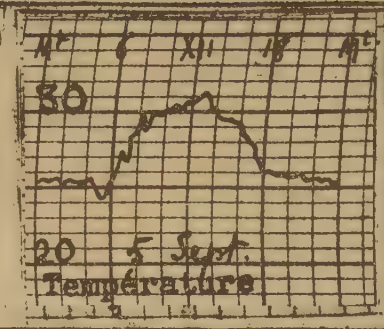
3° La température est appréciée au dixième de degré sur des thermomètres gradués en degrés entiers.

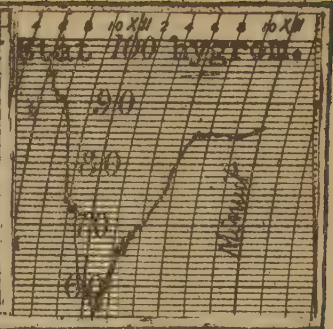
Les constructeurs fournissent sur demande des thermomètres de psychromètres gradués en cinquièmes de degré. De tels thermomètres ont été longtemps en service à l'Observatoire. Après usage, je crois que l'augmentation dans la précision des lectures ne justifie la dépense assez élevée que dans les stations tout à fait sérieuses. D'autre part, *les calculs ne pourront jamais être plus précis que la formule employée*. C'est pour cela que je n'ai pas cru devoir faire supporter par la colonie la dépense d'achat de thermomètres psychrométriques gradués en cinquièmes de degré.

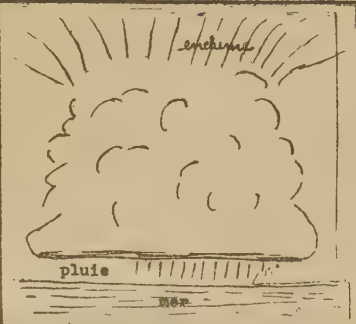
Ch. Poisson,
Correspondant de l'Institut.



5 Septembre I932

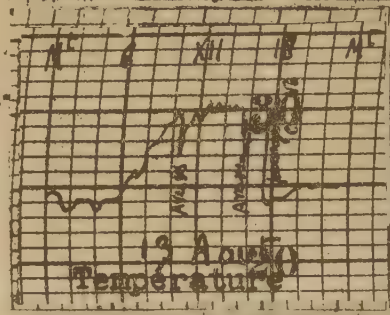


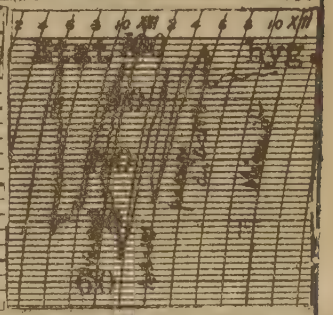


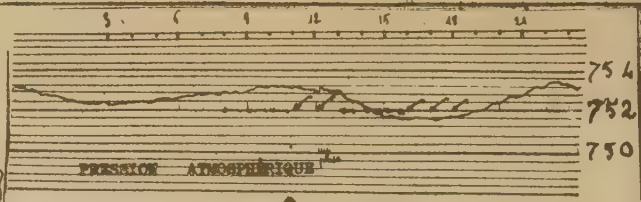


I3 Août I932

A gauche, cumulo-nimbus à enclume, à I7 h 50

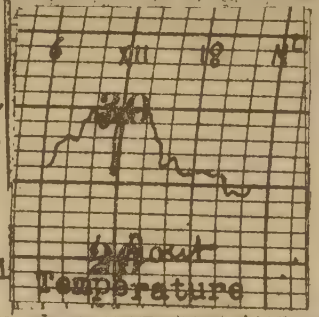


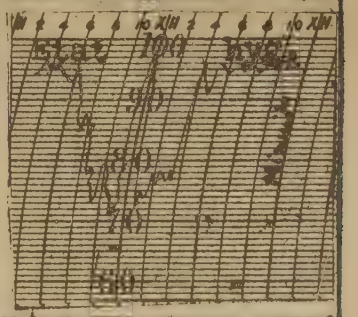


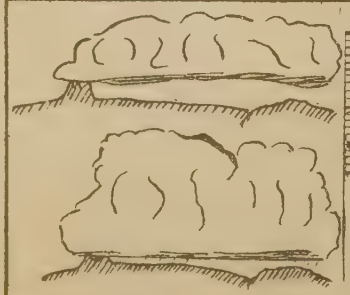


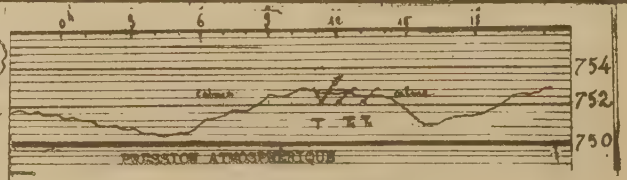
4 août I932

A gauche, cumulo-nimbus avant midi



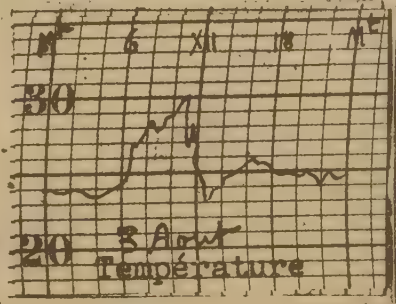


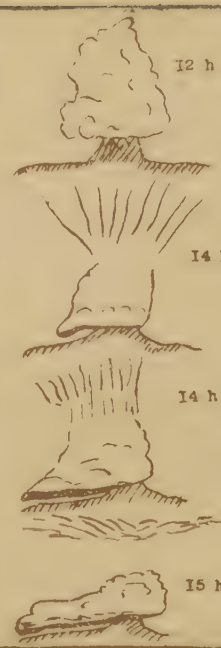


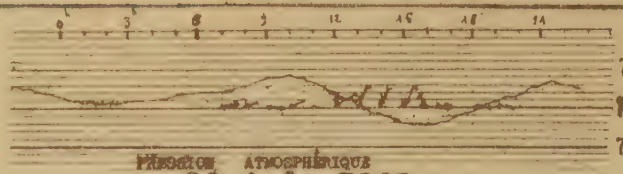


3 Août I932

A gauche, cumulo-nimbus à I0 h 30 et à II h.

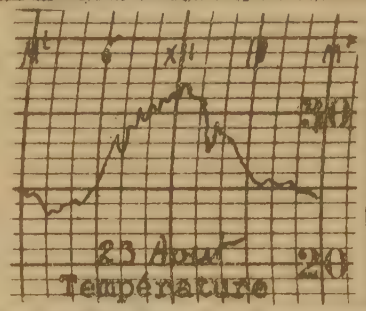


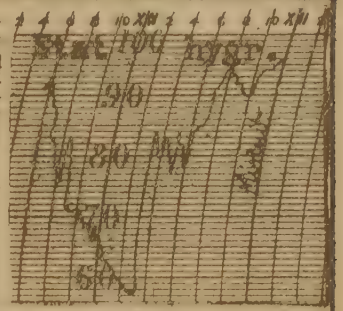


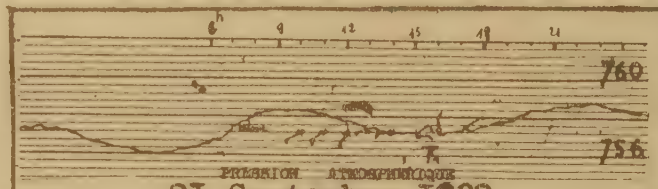


23 Août 1932

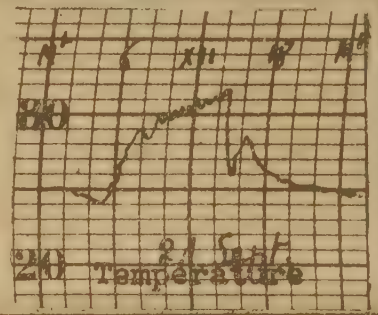
A gauche, évolution, entre 12h30 et 15h30, d'un cumulo-nimbus au-dessus des pitons du Carbet.

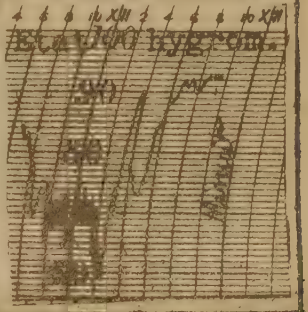


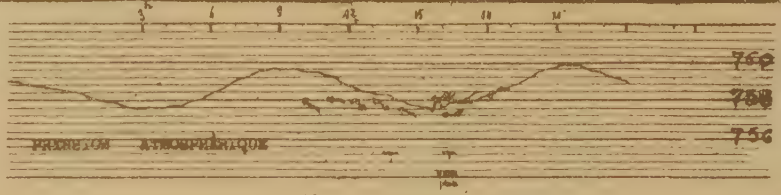




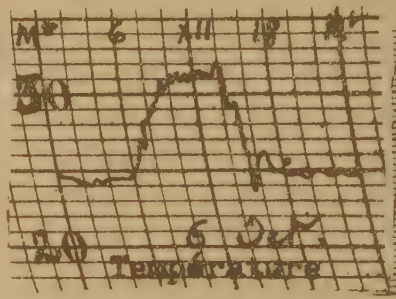
21 Septembre 1932

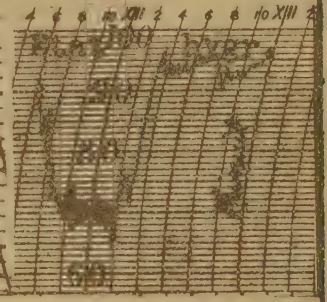


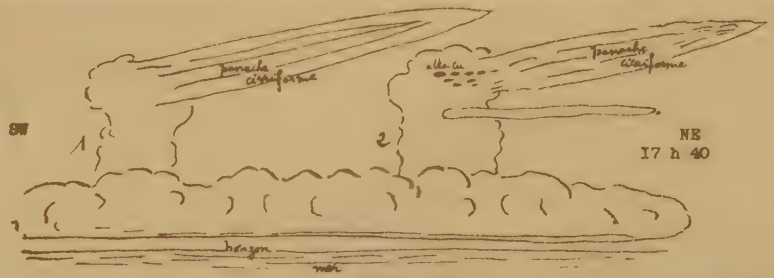




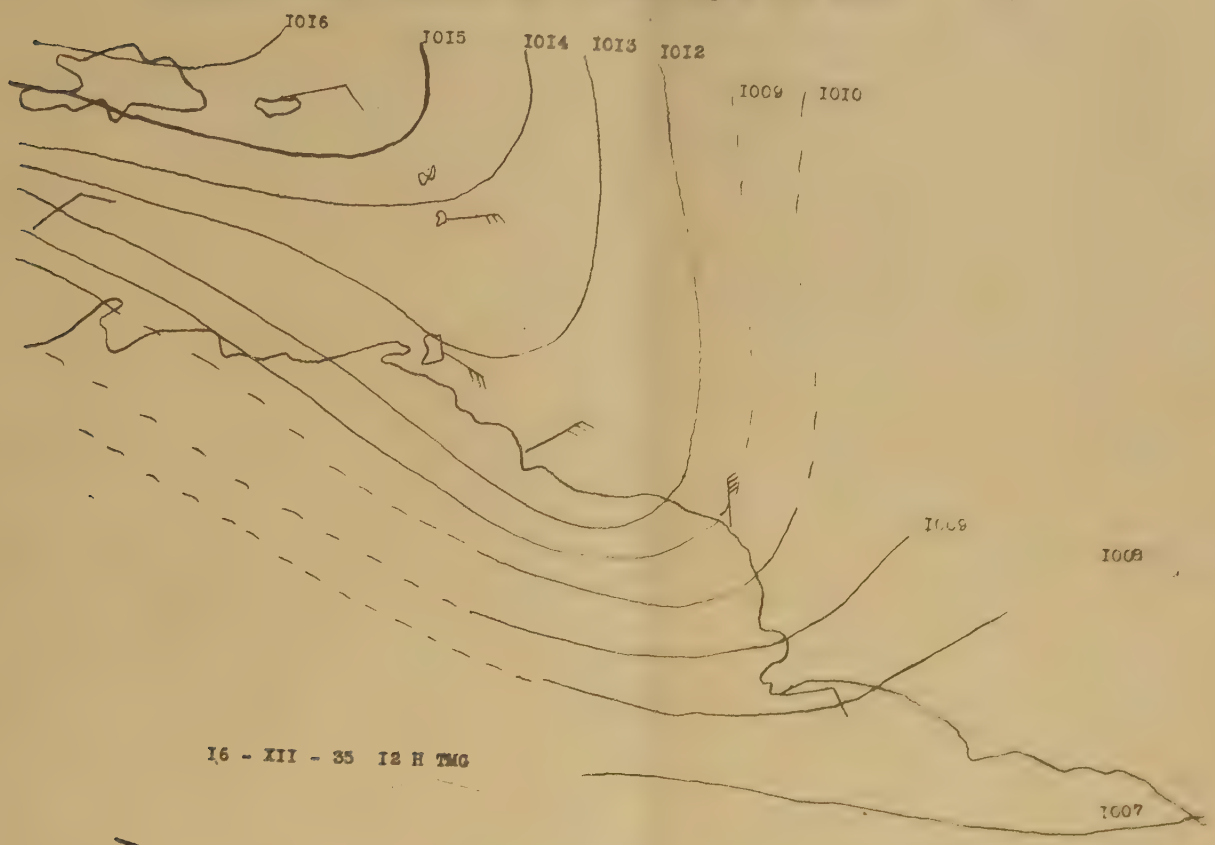
6 Octobre 1932



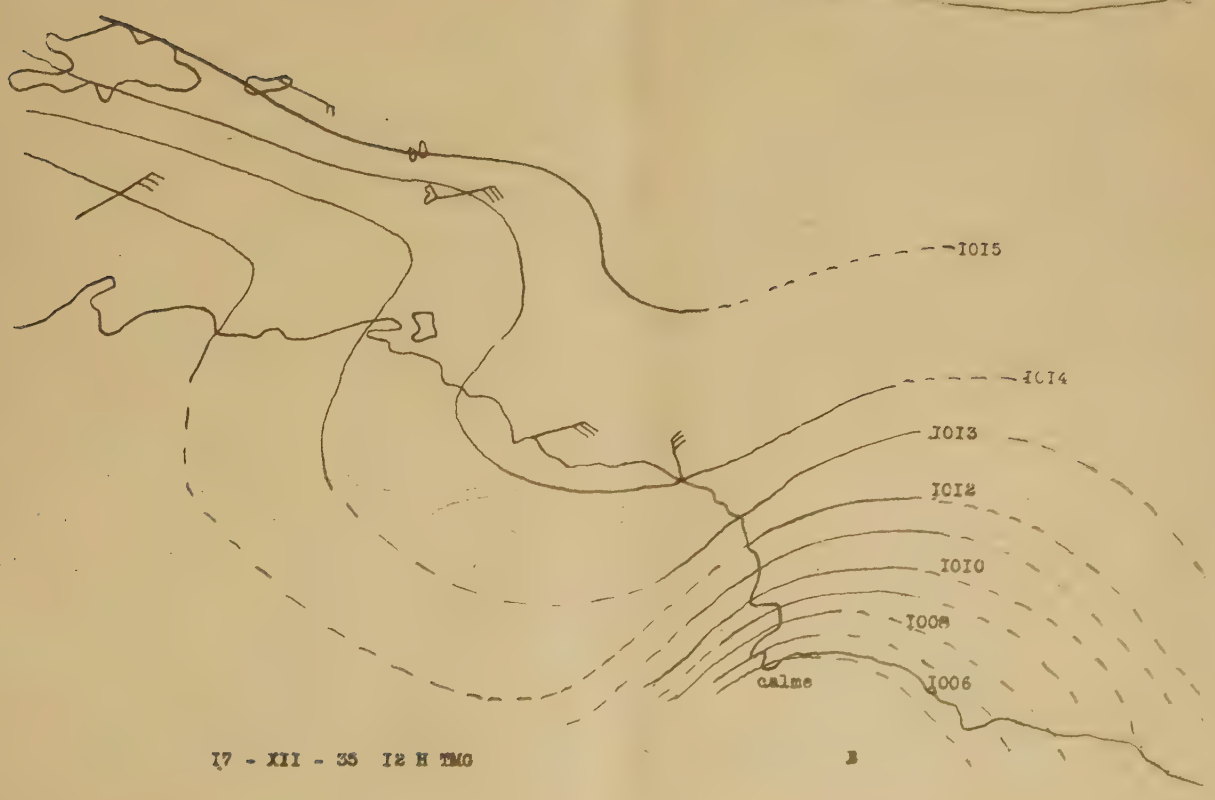




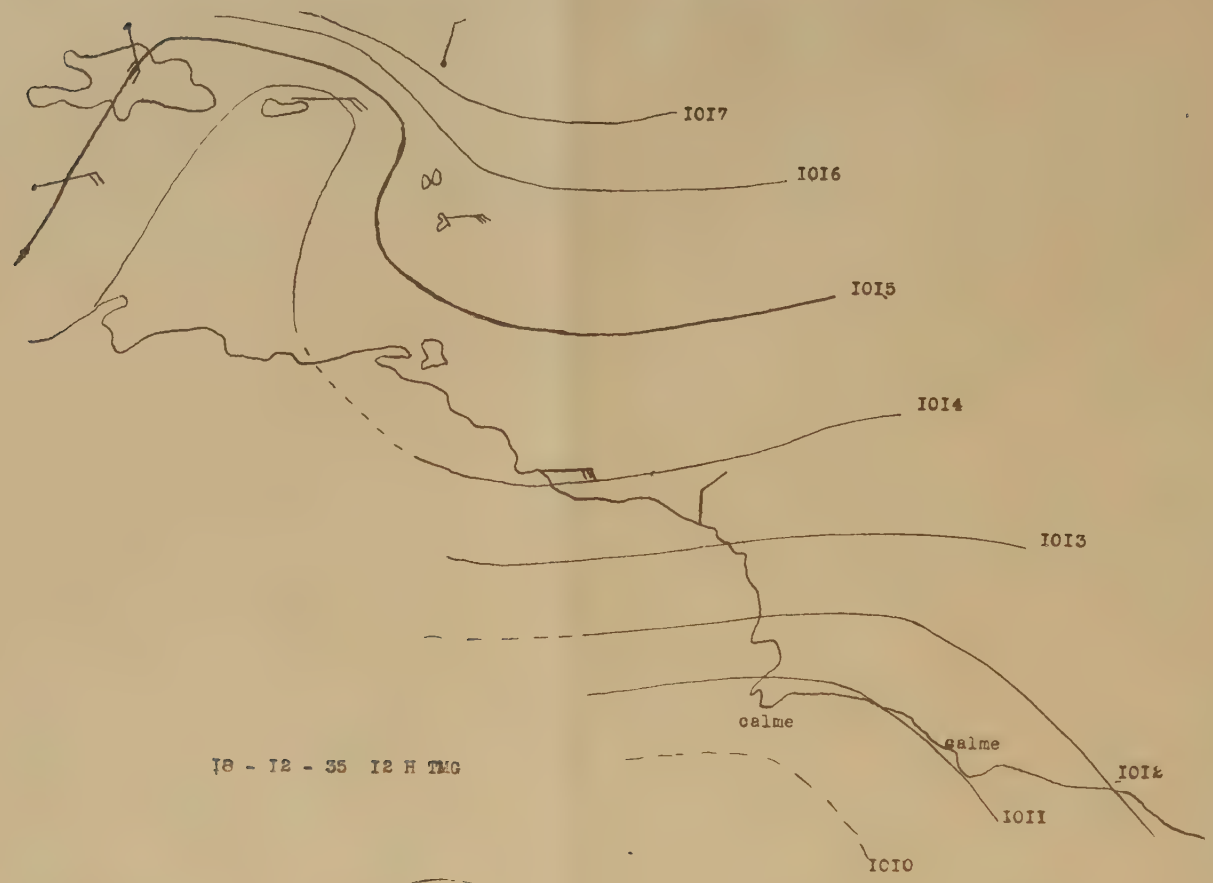
Evolution d'un cumulo-nimbus le 27 Octobre 1932.



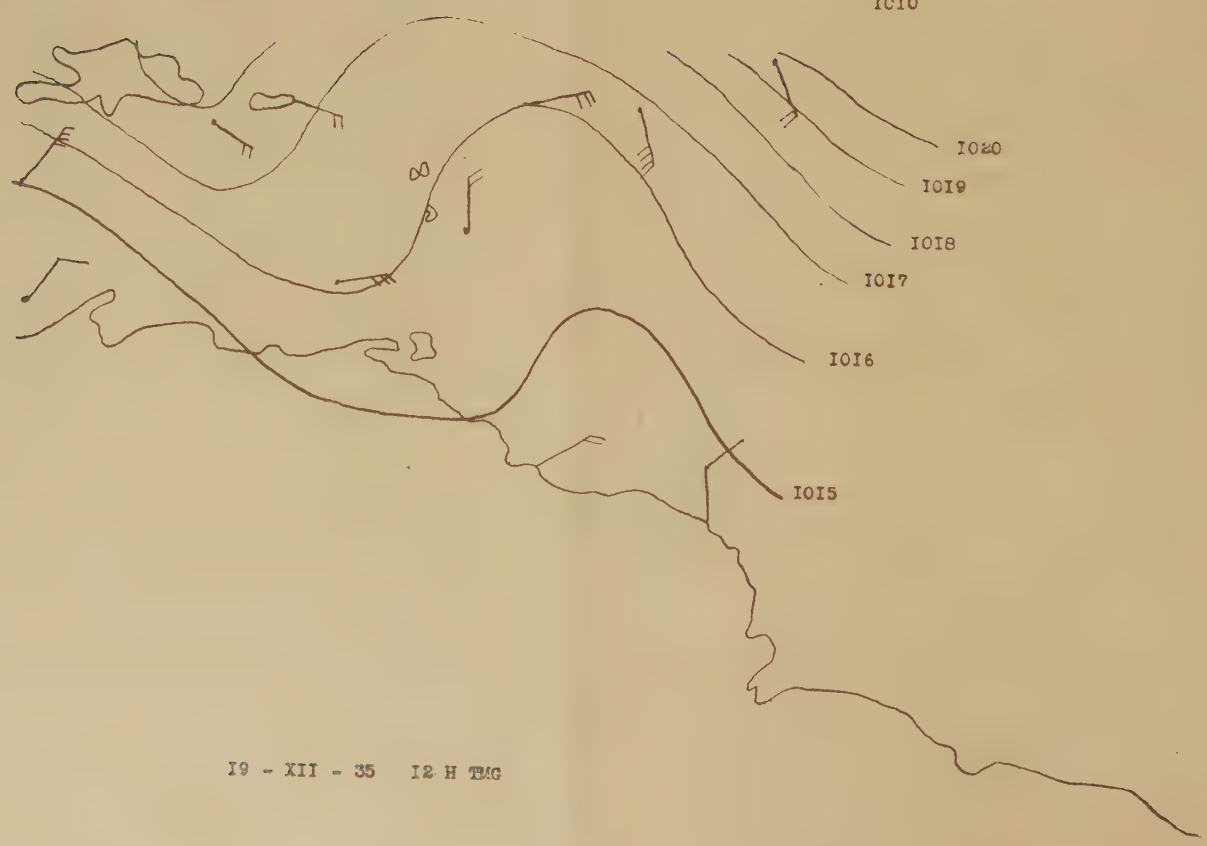
16 - XII - 35 12 H TMG



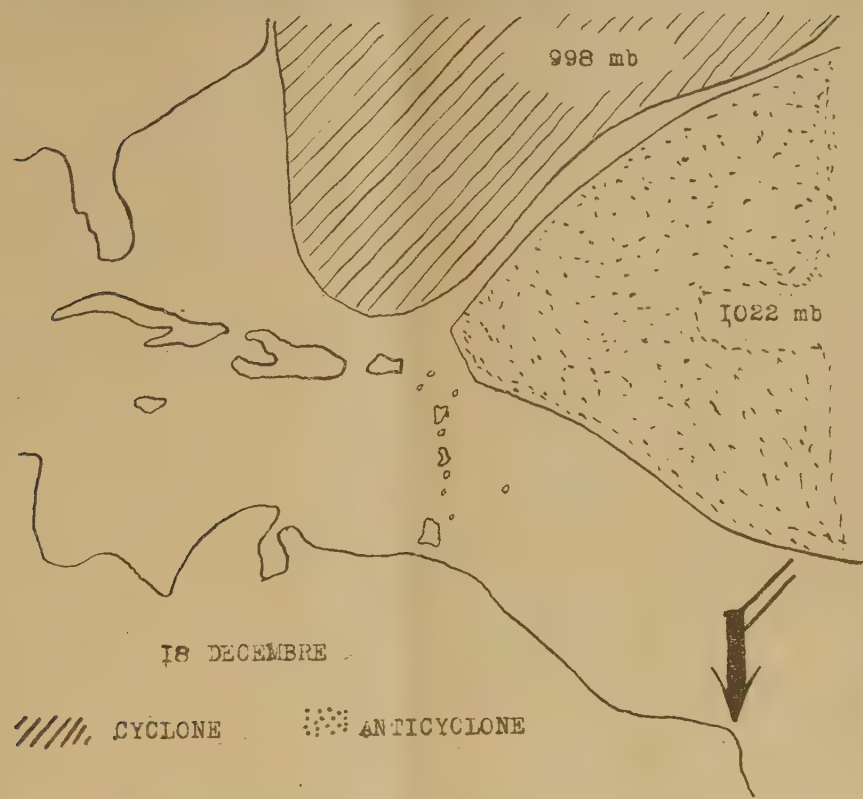
17 - XII - 35 12 H TMG

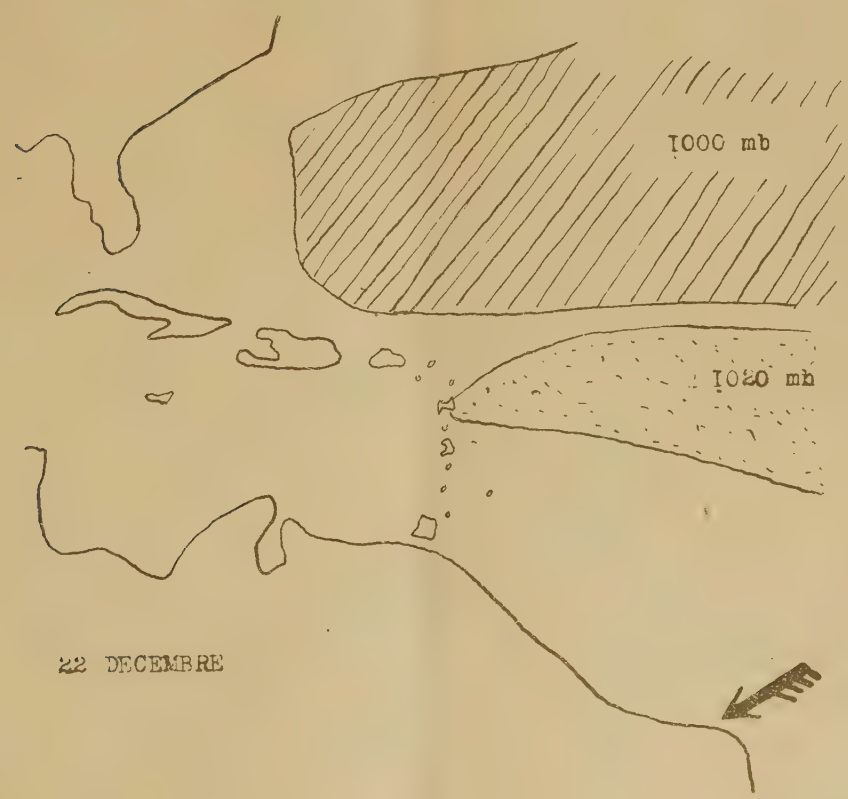


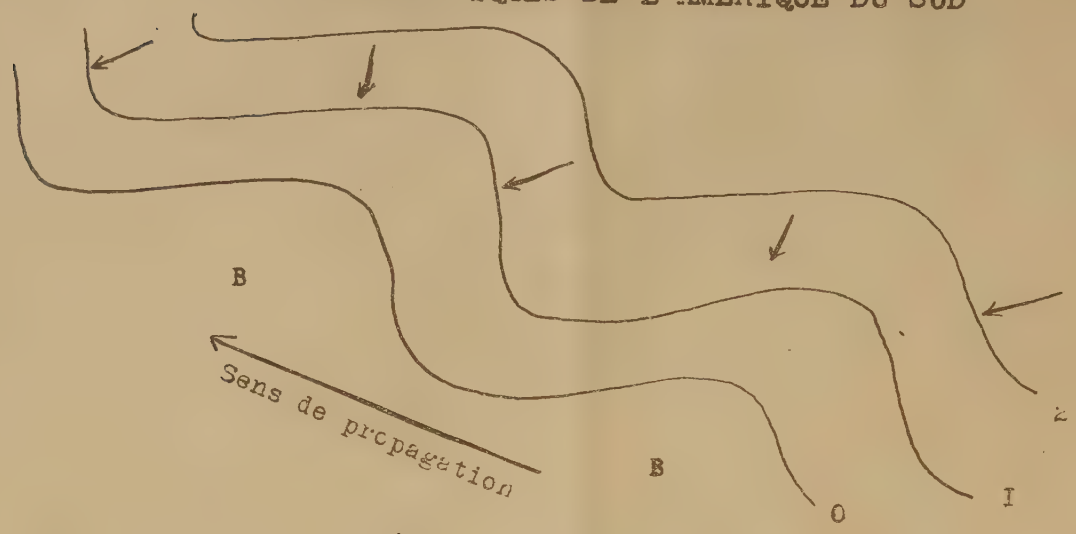
18 - 12 - 35 12 H TMG



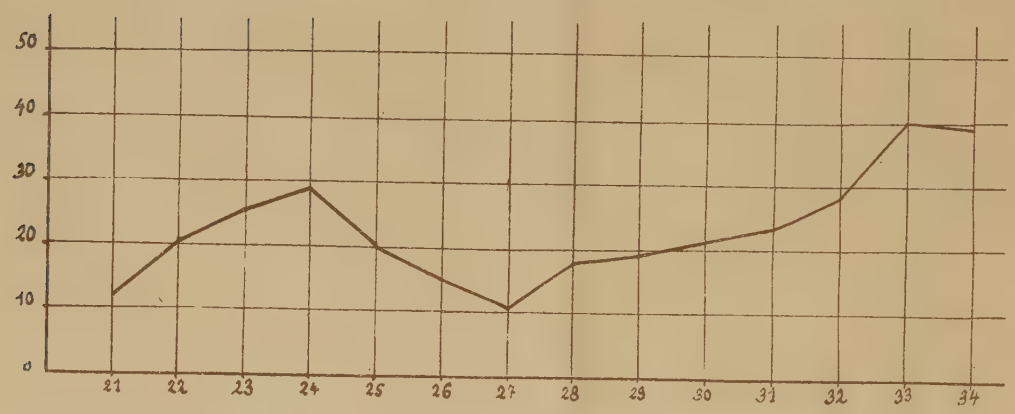
19 - XII - 35 12 H TMG


998 mb
1022 mb
18 DECEMBRE
CYCLONE
ANTICYCLONE

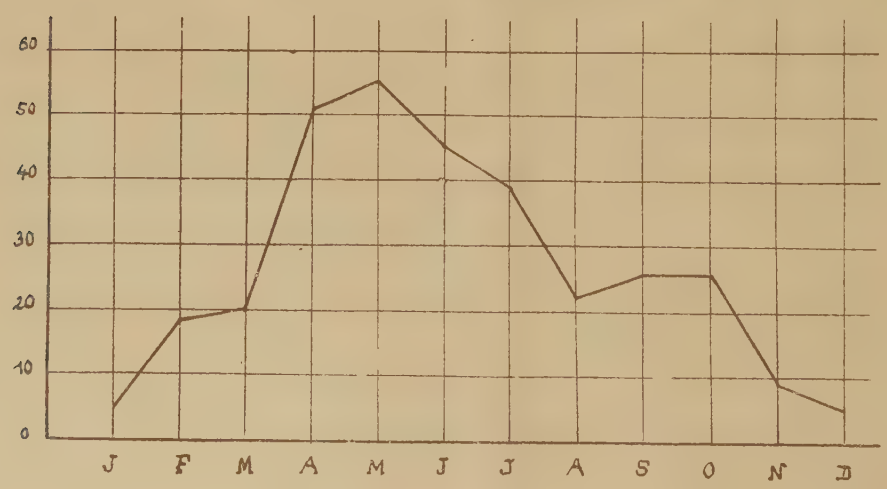

1000 mb
1020 mb
22 DECEMBRE



LA GRÊLE EN A.O.F. (1921-1934)



Nombre d'observations faites par an.



Localisation par mois.

RIO DE ORO
ALGÉRIE
Tamanrasset
Taodéni
Rhat
L
S A H A
Port Etienne
MAURITANIE
Tichitt
Oualata
Tombouctou
Kidal
Bilma
Agadez
St Louis
Sénégal
Dakar
SÉNÉGAL
Bathurst
GAMBIE
Kayes
Niger
SOUDAN FRANÇAIS
NIGER
Niamey
Zinder
L. Tchad
Kano
GUINÉE PORT SE
Boulam
Bamako
Ouagadougou
GUINÉE FRANÇAISE
Kankan
Conakry
SIERRA LEONE
Freetown
CÔTE D'IVOIRE
Bouaké
Volta
GOLD COAST
TOGO
DAHOMEY
NIGERIA
Niger
Bénoué
LIBERIA
Monrovia
Abidjan
Akkra
Lomé
Cotonou
Lagos
CAMEROUN
Douala
Yaoundé
GUINÉE ESP.
Libreville
La grêle en A. O. F. (1921 - 1934)
Plus de 10 fois; 6 à 9 fois; 3 à 5 fois.

▲ Stations météorologiques où des chutes de grêle ont été notées en Guinée en 1932, 1933, 1934.

Zone où se produisent assez fréquemment des chutes de grêle.

SONDAGE A DEUX THEODOLITES

TABLEAU I

DEPOUILLEMENT PAR LE CALCUL

Projection horizontale de la base : l = 2000

Erreur maximum sur les angles ε = 0,00157 radian

$$$$$$$$$$$

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	a ou 400 - a	67,1	52,4	45,0	27,7	3,9	380,9	370,1	366,8	363,3	365,2	369,7	372,7	376,9	385,5	392,5	397,9	4,6
2	a	-	-	-	-	-	19,1	29,9	33,2	36,7	34,8	30,3	27,3	23,1	14,5	7,5	2,1	-
3	b ou 400 - b	385,2	375,9	367,2	369,7	389,2	73,4	96,8	122,0	130,2	142,2	152,9	159,5	167,1	179,5	189,6	197,2	205,6
4	b	14,8	24,1	32,8	30,3	10,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	194,4
5	a'	25,1	30,8	33,2	39,0	39,6	37,2	36,5	32,3	29,8	26,9	25,6	25,0	24,5	24,6	25,5	24,6	19,2
6	b'	7,0	15,9	26,9	41,3	69,8	71,1	60,8	51,4	43,7	38,0	35,6	33,9	32,4	32,6	33,0	30,8	22,3
7	c = a + b	81,9	76,5	75,8	58,0	14,7	92,5	126,7	155,2	166,8	177,0	183,2	186,8	190,2	194,2	197,1	199,3	199,0
8	log sin a	$\bar{1}$,93922	$\bar{1}$,86526	$\bar{1}$,79605	$\bar{1}$,62481	$\bar{2}$,78691	$\bar{1}$,47062	$\bar{1}$,65571	$\bar{1}$,69739	$\bar{1}$,73646	$\bar{1}$,71585	$\bar{1}$,66104	$\bar{1}$,61889	$\bar{1}$,55016	$\bar{1}$,35373	$\bar{1}$,07018	$\bar{2}$,51826	$\bar{2}$,85850
9	log sin b	$\bar{1}$,36246	$\bar{1}$,56771	$\bar{1}$,69261	$\bar{1}$,66104	$\bar{1}$,22746	$\bar{1}$,96093	$\bar{1}$,99945	$\bar{1}$,97353	$\bar{1}$,94918	$\bar{1}$,89665	$\bar{1}$,82877	$\bar{1}$,77387	$\bar{1}$,69381	$\bar{1}$,50034	$\bar{1}$,21122	$\bar{2}$,64314	$\bar{2}$,94375
10	- log sin e	0,01779	0,03029	0,03216	0,10229	0,64043	0,00302	0,03937	0,18906	0,30261	0,45164	0,58362	0,68642	0,81437	1,04105	1,34163	1,95879	1,80390
11	log x	2,68128	2,89903	3,02580	3,06436	3,16892	3,26498	3,33985	3,46362	3,55282	3,64932	3,71342	3,76152	3,80921	3,84242	3,85388	3,90296	4,04868
12	log tg a'	$\bar{1}$,61915	$\bar{1}$,72054	$\bar{1}$,75934	$\bar{1}$,84684	$\bar{1}$,83518	$\bar{1}$,82045	$\bar{1}$,81003	$\bar{1}$,74500	$\bar{1}$,70379	$\bar{1}$,65285	$\bar{1}$,62869	$\bar{1}$,61722	$\bar{1}$,60750	$\bar{1}$,60946	$\bar{1}$,62680	$\bar{1}$,60946	$\bar{1}$,49288
13	log x'	2,30043	2,61957	2,78514	2,91120	3,00410	3,08543	3,14988	3,20862	3,25661	3,30217	3,34211	3,37854	3,41671	3,45183	3,48068	3,51242	3,54156
14	x'	199,7	416,4	609,7	815	1009	1217	1412	1617	1806	2005	2193	2391	2610	2831	3025	3254	3480
15	log y	3,25804	3,19658	3,12924	3,02813	2,72837	2,77467	2,99611	3,18748	3,34010	3,46852	3,54569	3,60634	3,66556	3,69581	3,71234	3,77808	3,96343
16	log tg b'	$\bar{1}$,04297	$\bar{1}$,40468	$\bar{1}$,65285	$\bar{1}$,87979	0,27286	0,31163	0,15026	0,09211	$\bar{1}$,91348	$\bar{1}$,83225	$\bar{1}$,79646	$\bar{1}$,77032	$\bar{1}$,74661	$\bar{1}$,74981	$\bar{1}$,75617	$\bar{1}$,72054	$\bar{1}$,56271
17	log x''	2,30101	2,60326	2,78209	2,90792	3,00123	3,08630	3,14637	3,20659	3,25358	3,30077	3,34215	3,37666	3,41217	3,44562	3,46901	3,49862	3,52614
18	x''	200	411	605	809	1803	1220	1401	1609	1793	1999	2198	2380	2583	2790	2945	3152	3358
19	tg a' + cotg a'	2,8	2,4	2,4	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,5	2,5	2,8	2,8	2,9	2,9	2,8	2,9	3,6
20	cotg b	4,2	2,5	1,7	1,9	5,8	0,4	0,05	-0,4	- 0,5	- 0,8	- 1,1	- 1,3	-1,8	-3,0	-6,0	- 23	-11,4
21	2 K Icotg e I	0	0	0	0	0	0	1,0	2,4	3,6	5,2	7,4	9,6	12,8	22,0	44,6	182	127,4
22	tgb' + cotg b'	9,2	4,1	2,7	2,1	2,4	2,5	2,1	2,0	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,3	2,4	3,1
23	cotg a	0,6	0,9	1,2	2,1	16,0	3,3	2,0	1,7	1,5	1,6	1,9	2,2	2,6	4,4	8,5	21	14,2
24	E'	7,0	4,9	4,1	4,0	8,0	2,6	3,25	4,7	5,6	6,9	9,1	11,1	13,9	22,1	41,4	161,9	119,6
25	E''	9,8	5,0	3,9	4,2	18,4	5,8	5,1	6,1	7,1	9,0	11,5	14,1	15,8	28,8	55,4	187,5	144,7
26	D Z'	2,1	2,9	7,3	2,7	17,4	6	7,2	11	15	21	30	40	57	98	197	827	653
27	D Z''	3	3,0	3,7	5,0	43	10	11	15	20	26	38	51	72	126	256	928	763
28	Z	199,4	413,75	605,5	810,7	1009	1217	1408,4	1616	1801	2004,5	2198	2391	2604	2824,5	3025	3254	3474
29	D Z	2,4	0,25	3,2	0,7	17,4	6	3,5	8	12	20,5	30	40	51	91,5	197	827	547

SONDAGE A DEUX THEODOLITES

TABLEAU II

DEPOUILLEMENT GRAPHIQUE

ECHELLE : $\frac{1}{15000}$ Erreur maximum sur les angles 0,2 grade
Erreur de lecture sur les longueurs m = 2 mètres

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	a cm 400 - a	67,1	52,4	43,0	27,7	3,9	380,9	370,1	366,8	363,3	365,2	369,7	372,7	376,9	385,5	392,5	397,9	4,6
2	a	-	-	-	-	-	19,1	29,9	33,2	36,7	34,8	30,3	27,3	23,1	14,5	7,5	2,1	-
3	b cm 400 - b	385,2	375,9	367,2	369,7	389,2	73,4	96,8	122,0	130,2	142,2	152,9	159,5	167,1	179,5	189,6	197,2	205,6
4	b	14,8	24,1	32,8	30,3	10,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	194,4
5	a'	25,1	30,8	33,2	39,0	38,6	37,2	36,5	32,3	29,8	26,9	25,6	25,0	24,5	24,6	25,5	24,6	19,2
6	b'	7,0	15,9	26,9	41,3	68,8	71,1	60,8	51,4	43,7	38,0	35,6	33,9	32,4	32,6	33,0	30,8	22,3
7	c = a + b	81,9	76,5	75,8	58,0	14,7	92,5	126,7	155,2	166,8	177,0	183,2	186,8	190,2	194,2	197,1	199,3	199,0
8	tg a' + cotg a'	2,8	2,4	2,4	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,5	2,5	2,8	2,8	2,9	2,9	2,8	2,9	3,6
9	cotg b	4,2	2,5	1,7	1,9	5,8	0,4	0,05	- 0,4	- 0,5	0,8	- 1,1	- 1,3	- 1,8	- 3,0	- 6,0	- 23	- 11,4
10	- 2 K I cotg c i	0	0	0	0	0	0	1,0	2,4	3,6	5,2	7,4	9,6	12,8	22,0	44,6	182	127,4
11	tg b' + cotg b'	9,2	4,1	2,7	2,1	2,4	2,5	2,1	2,0	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,3	2,4	3,1
12	cotg a	0,6	0,9	1,2	2,1	16,0	3,3	4,0	4,7	1,5	1,6	1,9	2,2	2,6	4,4	8,5	31	14,2
13	b''	7,0	4,9	4,1	4,0	8,0	2,6	3,5	4,7	5,6	6,9	9,1	11,1	13,9	22,1	41,4	161,9	119,0
14	b'''	9,8	5,0	3,9	4,2	18,4	5,8	5,1	6,1	7,1	9,0	11,5	14,1	15,8	28,8	55,4	187,5	144,7
15	1 + 2 tg a'	4,8	3,1	3,1	2,4	2,4	2,3	2,3	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,6
16	1 + 2 tg b'	1,2	1,5	1,9	2,5	4,8	6,0	3,8	3,1	2,6	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,0	1,7
17	D z'	5,8	11,6	20,4	10,2	35	16	19	26	36	46	64	84	118	200	398	1658	1400
18	D z''	8,4	9,0	11,2	15,0	82	32	30	36	45	75	82	105	148	254	516	1850	1529
19	X	480	788	1055	1150	1472	1834	2173	2868	3540	4425	5146	5775	6440	6725	7229	8669	10953
20	Y	1795	1567	1340	1064	523	593	905	1532	2188	2922	3505	4350	4641	4812	5262	6683	8971
21	z'	201	402	602	801	972	1206	1385	1596	1780	1970	2174	2375	2596	2682	2977	3482	3247
22	z''	202	413	604	805	986	1200	1395	1595	1792	2029	2180	2334	2600	2772	2931	3520	3415
23	Z	201	408,8	604	801	977	1206	1385	1595	1790	1985	2174	2375	2596	2700	2977	3482	3227
24	D Z	5,8	4,8	11,2	10,2	35	16	19	26	31	31	64	84	118	182	398	1658	1380
	VITESSE																	
25	Valeur adoptée													47	46	54		
26	- extrême													68	74	126		
27	différence %													45	61	133		
	DIRECTION																	
28	Valeur																	
29	écart extrême (g)													30	45	80		

fig. I

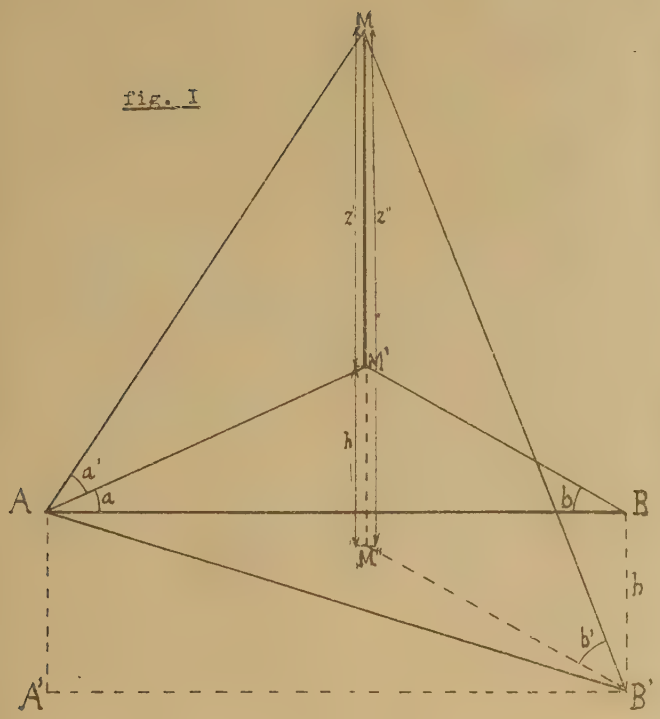


fig. 4

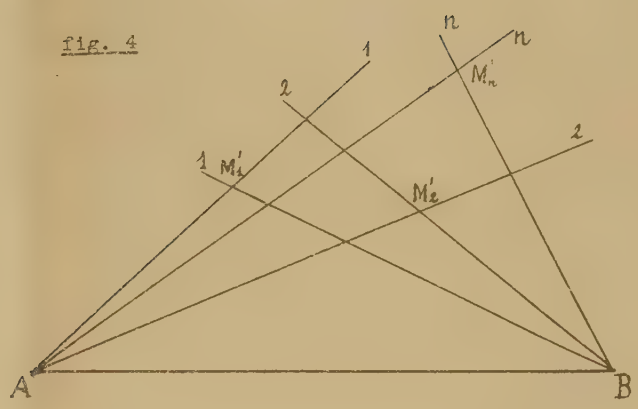
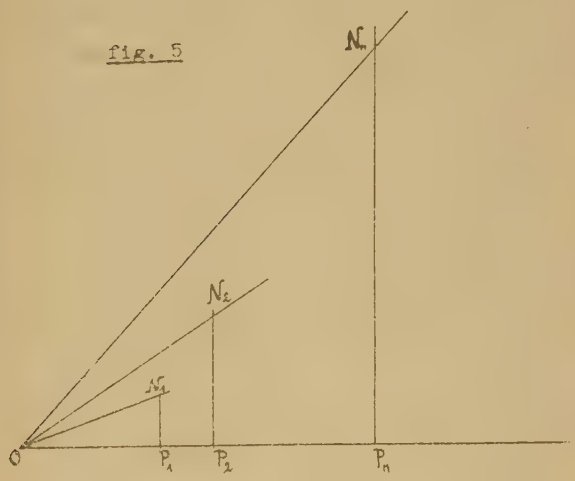


fig. 5



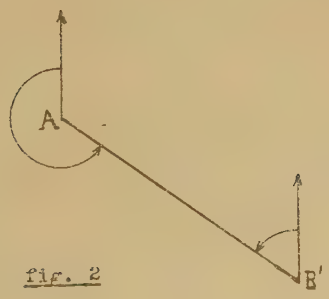


fig. 2

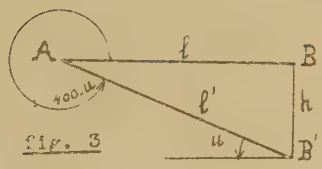


fig. 3

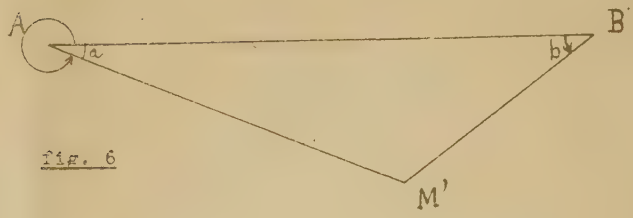


fig. 6

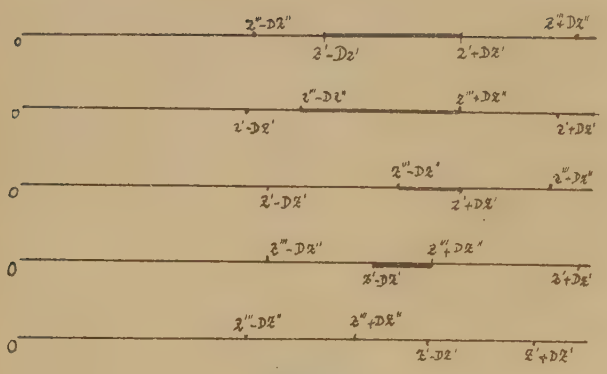


fig. 7

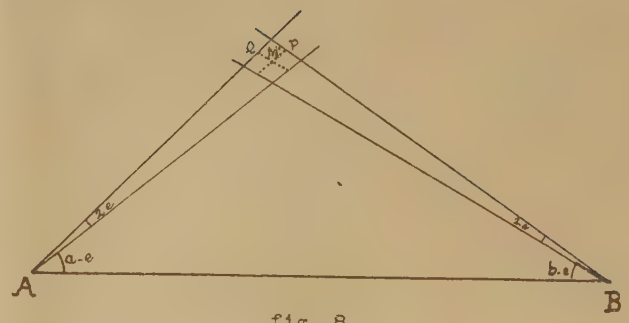
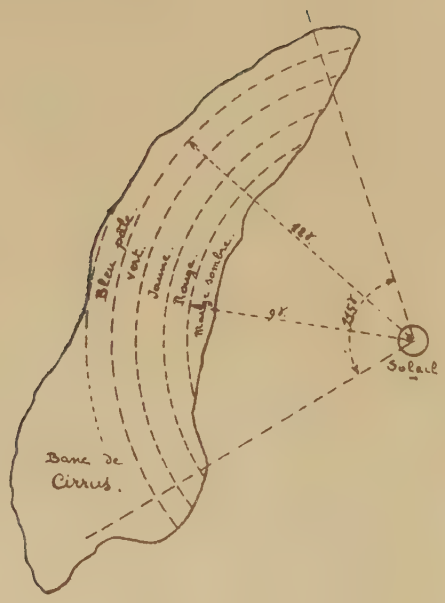
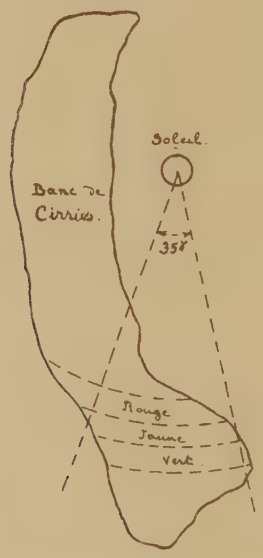


fig. 8

HALO OBSERVÉ A YAOUNDÉ



Situation à 14.53 t.m.g.



Situation à 15.00 t.m.g.

A propos du calcul de la tension de vapeur d'eau aux Colonies

Les tables destinées à faciliter ce calcul, en usage dans les services météorologiques français donnent les tensions maxima, les tensions, les corrections de tension en millimètres de mercure *avec deux décimales.*

La formule qui sert à l'établissement des tables de tension est :

$$(1) \qquad f = f' - 0{,}00079.h.\,(t - t')$$

f et f' : sont les tensions réelles et maxima.
h : la pression.
t et t' : les températures des thermomètres sec et humide, respectivement.

1° Les tables donnant f' sont présentées comme résultant d'observations physiques, et non de calculs. On y trouve qu'une erreur de 0°,1 sur t' entraîne pour f' une erreur de même signe, valant :

0m/m,03 à 0°
0m/m,06 à 10°
0m/m,10 à 20°
0m/m,18 à 30°
0m/m,29 à 40°

On peut donc admettre, pour une station tropicale, que l'erreur sur f' sera d'au moins 0,1 mm.

2° Une erreur de 5 mm. sur la pression h entraîne pour f une erreur de :

$$0{,}00079 \times 5 \times (t - t').$$

La différence $t - t'$ dépassant rarement une douzaine de degrés, l'expression ci-dessus vaut, au plus :

$$0{,}00079 \times 5 \times 12 = 0{,}04 \text{ mm.}$$

L'erreur provenant de la pression est donc négligeable devant celle qui résulte de la lecture du thermomètre humide.

3° Par suite, on peut écrire la formule d'erreur :

$$df = df' - 0{,}00079 \times h \times (dt - dt').$$

Avec les valeurs $df' = dt' = \pm 0{,}1$; $dt = \pm 0°{,}1$; $h = 750$ mm., les résultats sont les suivants :

pour $dt = +0°{,}1$ et $dt' = +0°{,}1$, on a $df = 0^{m}/^{m}{,}1$
pour $dt = -0°{,}1$ et $dt' = -0{,}°1$, on a $df = -0^{m}/^{m}{,}1$
pour $dt = +0°{,}1$ et $dt' = -0°{,}1$, on a $df = -0^{m}/^{m}{,}2$
pour $dt = -0°{,}1$ et $dt' = +0°{,}1$, on a $df = +0^{m}/^{m}{,}2$

Donc, *dans tous les cas*, une erreur de 0°,1 sur les lectures des 2 thermomètres entraîne une erreur sur f au moins égale à 0m/m,1.

Première conséquence. — Avec des thermomètres gradués en degrés ou demi-degrés, une erreur — ou incertitude — de 0°,1 est pratiquement chose courante. Donc, les centièmes de millimètres qui figurent dans les tables de tension de vapeur sont parfaitement illusoires, puisque le dixième de millimètre lui-même est incertain. On négligera sans scrupule, par suite, la deuxième décimale que nous offrent ces tables.

Deuxième conséquence. — Dès lors, il est très suffisant d'arrondir la valeur de la pression à la plus proche dizaine ; il serait vain, par exemple, d'interpoler entre 750 et 760 millimètres. Nous estimons, au contraire, que les tables courantes (Angot, O.N.M.) établies pour 750 mm., sont valables sans correction de pression entre 730 et 770 mm., pour toute station dont le climat n'est pas exceptionnellement sec.

Troisième conséquence. — On pourrait conclure, inversement, à la nécessité de n'utiliser que des thermomètres de psychromètre permettant la lecture précise des dixièmes de degré, ce qui rendrait leur valeur aux centièmes de millimètre de la tension.

Mais si l'on se demande sérieusement ce que signifie un dixième de degré lorsqu'il s'agit de la température de l'air sous abri, élément physique mal défini, variant en moins d'une minute et à chaque souffle de vent, de plus d'un dixième de degré ; si l'on se demande ce que signifie un dixième de degré du thermomètre mouillé, avec les multiples facteurs qui affectent l'évaporation à travers la mousseline, on se trouve bien sceptique à l'égard des centièmes et aussi des dixièmes de millimètres de la tension de vapeur d'eau. Même exactement mesurés et calculés, qu'en fera-t-on ? Le but ne semble pas être de mesurer avec une telle précision la tension de vapeur ; mais plutôt d'utiliser, et ailleurs que dans les statistiques, les millimètres d'abord, puis leurs dixièmes. Nous n'en sommes pas encore là.

J. Tho[illegible]
Ingénieur-Météorologiste des Colonies,
Tananarive-Madagascar.

Sondages à deux théodolites aux Colonies

Principe (1)

On vise le ballon simultanément à chaque top avec deux théodolites placés aux extrémités A et B' d'une base connue (fig. 1).

Il n'est pas nécessaire que la base soit horizontale. Il suffit de connaître la longueur de sa projection sur le plan horizontal et la différence d'altitude des deux extrémités.

On relève les azimuts a et b et les inclinaisons a' et b' lus sur chacun des théodolites et l'on détermine à l'aide de ces données la position de la projection horizontale du ballon par rapport à la projection horizontale de la base, et les altitudes Z' et Z'' du ballon par rapport aux extrémités de la base A et B'.

Posons en effet :

Différence d'altitude des extrémités de la base	$B'B = h$
Longueur de la projection horizontale de la base	$AB = l$
Distance du point A à la projection horizontale du ballon	$AM' = x$
Distance du point B à la projection horizontale du ballon	$BM' = y$
Altitude du ballon au-dessus de A ...	$MM' = Z'$
— — — de B' ...	$M''M = Z''$

On a, dans les triangles A MM' et B' M''M :

$$Z' = x \; tg \; a'$$
$$Z'' = y \; tg \; b'$$

Et dans le triangle A B M', en posant $a + b = c$:

$$\frac{x}{\sin b} = \frac{y}{\sin a} = \frac{l}{\sin c}$$

d'où :

$$x = l \frac{\sin b}{\sin c} \qquad y = l \frac{\sin a}{\sin c} \qquad (1)$$

et :

$$Z' = l \; tg \; a' \frac{\sin b}{\sin c} \qquad Z'' = l \; tg \; b' \frac{\sin a}{\sin c} \qquad (2)$$

Ces quantités sont directement calculables par logarithmes. Mais il sera encore plus simple de les déterminer graphiquement.

(1) Voir tableaux et figures pages 83 à 86.

Exécution du sondage

Détermination de la base. — On tourne le zéro du théodolite A vers le Nord, puis on vise le point B', ce qui donne un azimut A ; on opère de même en B', ce qui donne un azimut B, on doit avoir (fig. 2) :

$$A - B = \pm 200 \text{ grades.}$$

S'il y a une légère erreur, elle n'agit que sur l'orientation du sondage et n'a guère d'importance.

On peut en profiter pour calculer, en relevant les inclinaisons, la différence d'altitude des deux points A et B'. Si B' est inférieur à A, l'inclinaison lue en B' étant u, l'inclinaison lue en A devra être $400 - u$ (fig. 3). Elle sera en réalité $400 - u'$. La différence $u - u'$ ne devra pas être supérieure à $\frac{1}{20}$ grade, si les deux théodolites sont bien réglés. On aura ainsi :

$$Z'' - Z' = h = l \; tg \; u$$

Si l'on ne connaît que la distance $AB' = l'$ on aura :

$$l = l' \cos u -$$
$$h = l' \sin u -$$

La mesure de la base sera faite avec grand soin. Ce travail relève plutôt de la topographie et l'on aura intérêt à le confier à des spécialistes.

Sondage. — Au départ les zéros des théodolites seront tournés l'un vers l'autre. Le ballon pourra être lâché d'un point quelconque. Le mieux est que l'un des observateurs le lâche en même temps qu'il reçoit le premier top (top zéro).

Les deux observateurs obéissent au même top qu'ils reçoivent par une transmission instantanée (téléphonique par exemple), soit d'un appareil automatique, soit d'un chronomètre lu par l'un d'eux. Il faudra prendre bien soin qu'au moment du top l'image du ballon soit à la croisée des fils du réticule. Autant que possible, au reçu du top, l'observateur doit cesser de suivre le ballon pendant que se fait la lecture.

Dépouillement. — A) *Par le calcul.* — Il n'y a aucune difficulté. Les formule (1) et (2) donnent :

$$\left.\begin{aligned} \log x &= \log l + \log \sin b - \log \sin c \\ \log y &= \log l + \log \sin a - \log \sin c \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \log Z' &= \log x + \log tg a' \\ \log Z'' &= \log y + \log tg\, b' \end{aligned} \quad (4)$$

Les lignes trigonométriques étant évidemment prises en valeur absolue.

B) *Graphiquement.* — Après avoir tracé la base horizontale AB orientée convenablement sur un papier millimétré, à l'échelle voulue, on tracera autour du point A les droites faisant avec AB les angles :

$$a_1 \quad a_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad a_n$$

à l'aide du rapporteur à alidade, et de même autour du point B les droites faisant avec B A les angles :

$$b_1 \quad b_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad b_n$$

L'intersection de deux droites de rang n est le point M'_n, projection horizontale de la position du ballon au $n^{ème}$ top (fig. 4). On mesurera alors soigneusement les longueurs :

$$A\,M'_n = x_n$$
$$B\,M'_n = y_n$$

D'un point O pris pour origine (fig. 5), on portera alors en abscisses les longueurs :

$$OP_1 = x_1 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad O\,P_n = x_n$$

et les droites :

$$O\,N_1 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad O\,N_n$$

faisant avec l'axe des x les angles

$$a'_1 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad a'_n$$

Sur la droite $O\,N_n$, l'ordonnée $P_n\,N_n$ correspondant à l'abscisse x_n sera l'altitude Z'_n du ballon au-dessus du point A.

On construira de même les valeur de Z''.

On voit que le calcul ou la construction graphique permettent une double détermination de l'altitude du ballon. A cause des erreurs d'expérience, h étant l'altitude de A par rapport à B_n, on n'aura pas exactement (fig. 1) :

$$Z' + h = Z''$$

on pourra adopter provisoirement la valeur :

$$Z = \frac{Z' + Z'' - h}{2}$$

pour altitude du ballon au-dessus de A. Mais, pour utiliser au mieux la donnée supplémentaire et connaître avec plus de précision la position du ballon, il est nécessaire de faire le calcul des erreurs qu'on a pu commettre sur Z' et Z''.

Calcul d'erreur

Remarque. — Les zéros des limbes horizontaux des deux théodolites étant tournés l'un vers l'autre, les lectures donnent, l'une l'angle intérieur, l'autre l'angle extérieur au triangle A B M' (fig. 6). Nous désignerons désormais par a et b les valeurs des angles *intérieurs*, c'est-à-dire qu'on aura pris pour a par exemple la valeur :

$$a = 400 - (\text{angle lu en A})$$

si cet angle lu en A est supérieur à 200 grades, et :

$$a = \text{angle lu en A},$$

si cet angle est inférieur à 200 grades.

De même, après un passage au zénith, l'inclinaison lue peut être supérieure à 100 grades. On prendra dans ce cas sa vraie valeur :

$$a' = 200 - (\text{inclinaison lue})$$

Cela posé, en différentiant une des formules (4), on obtient par exemple :

$$\frac{d\,Z'}{Z'} = \frac{d\,x}{x} + (tg\,a' + cotg\,a')\,d\,a' \qquad (5)$$

Ce qui donne la variation de Z due aux variations de x et de a', mais si l'on dépouille le sondage graphiquement, on fera une erreur autre dûe au défaut d'appréciation de la longueur qui représente Z sur le dessin. Par exemple, si l'on peut estimer sur le dessin une longueur de 0 mm 2, et si le dessin est à l'échelle de $\frac{1}{10.000}$ l'erreur possible sera :

$$0{,}2 \times 10.000 \text{ millimètres, soit 2 mètres.}$$

Soit D Z' l'erreur totale et m cette erreur de lecture. En passant des différentielles aux erreurs, la formule (5) devient :

$$\frac{D\,Z' - m}{Z'} = \frac{D\,x}{x} + (tg\,a' + cotg\,a')\,D\,a'$$

$\frac{D\,x}{x}$ sera calculé en différentiant (3), on a, en effet :

$$\frac{d\,x}{x} = \frac{d\,l}{l} + cotg\,b\,db - cotg\,c\,dc$$

ou en se rappelant que $c = a + b$; $d\,c = d\,a + db$:

$$\frac{d\,x}{x} = \frac{d\,l}{l} - cotg\,c\,da + (cotg\,b - cotg\,c)\,db \qquad (6)$$

Puisque c est inférieur à 200 grades, la quantité

$$cotg\,b - cotg\,c$$

est toujours positive.

La formule (6) donne la variation de x due aux variations de l, a, b, mais non de l'erreur m qui a pu être commise sur x comme sur Z, à la lecture de cette longueur après construction du triangle A B M'. Cette erreur pourra être commise de nouveau dans le rapport de x (construction de Z, fig. 3), si bien qu'en passant des différentielles aux erreurs, la

formule (6) devient, en tenant compte de ces considérations :

$$\frac{Dx-2m}{x} = \frac{Dl}{l} + |\,cotg\,c\,|\,Da + (cotg\,b - cotg\,c)\,Db$$

en désignant par $|\,cotg\ c\,|$ la valeur absolue de *cotg c*. Finalement, on aura, en se reportant à (5) et en remarquant que : $\frac{Z'}{x} = tg\,a'$:

$$\frac{DZ'}{Z'} = \frac{Dl}{l} + |\,cotg\,c\,|\,Da + (cotg\,b - cotg\,c)\,db +$$

$$(7) \qquad + (tg\,a' + cotg\,a')\,Da'\,\frac{1+2\,tg\,a'}{Z'}\,m$$

Pour avoir l'erreur possible dans le cas du calcul direct, il suffira de faire :

$$m = 0$$

à condition de calculer x et Z avec suffisamment de précision (à l'unité près, par exemple).

On pourra, en général, avoir une mesure assez exacte de la base pour que $\frac{Dl}{l}$ soit négligeable devant les autres termes.

Valeur de D a, D b, D a', D b'. — On commet sur l'angle a, par exemple :

1° Une erreur d'appréciation à la lecture, comme pour les longueurs, que nous appellerons *Do a* ;

2° Une erreur dûe au décalage entre le moment où est supposé être fait le top et le moment de la lecture. Soit $D\,t$ cette erreur de temps, on a donc :

$$D\,a = Do\,a + \frac{d\,a}{d\,t}\,D\,t$$

$d\,a$ étant la valeur absolue de la vitesse de variation de l'angle a au moment de la mesure.

Si le top est donné par un bon chronomètre variant de moins d'une minute par jour, on n'aura pas à s'occuper de la portion de $D\,t$ due aux variations de ce chronomètre. Reste le décalage de la lecture sur le top. Avec des observateurs entraînés, on peut admettre qu'il ne dépasse pas $\frac{1}{5}$ de seconde.

Cherchons, dans ce cas, la valeur de $\frac{d\,a}{d\,t}$ pour que le 2e terme de D a soit égal à $\frac{1}{20}$ grade.

$\frac{d\,a}{d\,t} \times \frac{1}{5} = \frac{1}{20}$ d'où $\frac{d\,a}{d\,t} = \frac{1}{4}$ grade-seconde, soit 15 grades par minute.

Ce cas se produit rarement ; il est toujours passager avec les modèles courants de ballons. Il se présente lorsque la projection du ballon passe au voisinage de A. Dans le cas où la variation de l'angle dépasserait 15 grades par minute, on pourra prendre pour $\frac{d\,a}{d\,t}$ au ne top la vitesse moyenne de variation entre les tops de rang $n - 1$ et $n + 1$, soit :

$$\frac{d\,a}{d\,t} = \frac{a_{n+1} - a_{n-1}}{2\,T}$$

T étant le temps qui s'écoule entre deux tops consécutifs. Il faut, ici, remarquer que lorsque la projection du ballon traverse la ligne de base du même côté que B, l'angle lu en A passe d'une valeur a_{n-1} voisine de O à une valeur $(400 - a_{n+1})$ voisine de 400. Dans ce cas, la variation de l'angle est :

$$a_{n+1} + a_{n-1}$$

De même, si la trajectoire du ballon coupe la ligne de base du côté opposé à B, l'angle passe d'une valeur a_{n-1} voisine de 200 et inférieure, à une valeur $(400 - a_{n+1})$ voisine de 200 et supérieure. La variation est alors :

$$400 - a_{n+1} - a_{n-1}$$

Nous avons vu que l'on peut prendre, en général :

$$\frac{d\,s}{d\,t}\,D\,t = \frac{1}{20}\text{ grade}$$

quant à D*o a*, il peut se décomposer ainsi :

	erreur à la lecture...	$\frac{1}{20}$ grade
erreur graphique	lecture sur le rapporteur	$\frac{1}{20}$ grade
	tracé	$\frac{1}{20}$ grade

Donc, dans le cas du dépouillement graphique, on pourra admettre 0,2 grade ou 0,00314 radian pour l'erreur possible sur un angle, et 0,1 g ou 0,00157 radian dans le cas du dépouillement par le calcul. Posons donc :

$$D\,a = D\,a' = D\,b = D\,b' = e \text{ radians.}$$

Enfin, on peut remarquer que :

$+\,cotg\,c = |\,cotg\,c\,|$ si $c = a + b$ est compris entre 0 et 100 g.

$-\,cotg\,c = |\,cotg\,c\,|$ si $c = a + b$ est compris entre 100 et 200 g.

En tenant compte de toutes les considérationse qui précèdent, l'expression (7) devient :

$$\frac{DZ'}{Z'} = (cotg\,b + 2K\,|\,cotg\,c\,| + tg\,a' + cotg\,a')\,e$$

$$+ \frac{1 + 2\ tg\,a'}{Z'}\,m$$

avec K = 0 si $a + b$ est compris entre 0 et 100 grades.
K = 1 si $a + b$ est compris entre 100 et 200 grades,

On tire de là :

$$DZ' = E'Z'e + (1+2\,tg\,a')\,m$$
$$\text{et}\quad DZ'' = E''Z''e + (1+2\,tg\,b')\,m,$$

en posant :

$$E' = (cotg\,b + 2k\,|\,cotg\,c\,| + tg\,b' + cotg\,a')$$
$$E'' = (cotg\,a + 2k\,|\,cotg\,c\,| + tg\,b' + cotg\,b').$$

Valeur à ajouter à ces expressions si l'un des angles a, b, a', b' varie de plus de 15 grades par minute. — Posons :

$$\frac{3{,}14}{200}\left(\frac{1}{6}\,\frac{da}{dt} - \frac{1}{20}\right) = g\,(a)$$

$\frac{da}{dt}$ étant exprimé en grades par secondes, les valeurs à ajouter sont contenues dans le tableau suivant :

	a	a'	b
D Z	$\lvert cotg\,c \rvert\, g\,(a)\,Z'$	$(tg\,a' + cotg\,a')\,g\,(a')\,Z'$	$(cotg\,b - cotg\,c)\,g\,(b)\,Z'$

	a	b	b'
D Z''	$(cotg\,a - cotg\,c)\,g\,(a)\,Z''$	$\lvert cotg\,c \rvert\, g\,(b)\,Z''$	$(tg\,b' + cotg\,b')\,g\,(b')\,Z''$

Valeur à adopter pour l'altitude. — Nous avons appelé h l'altitude de A par rapport à B'. Posons :

$$Z''' = Z'' - h$$

et appelons Z le nombre qu'il convient d'adopter comme mesure de l'altitude du ballon par rapport à A. Le calcul d'erreur nous montre que Z est compris :

1° Entre Z' — D Z' et Z' + D Z'
2° Entre Z''' — D Z'' et Z''' + D Z''

la figure (7) montre que la valeur à adopter sera, si le premier intervalle est intérieur au second :

Z = Z' avec une erreur possible D Z = D Z' ;

si le second est inférieur au premier :

Z = Z''' avec une erreur possible D Z = D Z'' ;

si les deux intervalles se chevauchent et si Z' est inférieur à Z''' :

$$Z = \frac{1}{2}\,(Z' + DZ' + Z''' - DZ'')$$

avec une erreur possible :

$$DZ = \frac{1}{2}\,(Z' + DZ' - Z''' + DZ'')$$

si les deux intervalles se chevauchent et si Z' est supérieur à Z''' :

$$Z = \frac{Z''' + DZ'' + Z' - DZ'}{2}$$

$$DZ = \frac{Z''' + DZ'' - Z' + DZ'}{2}$$

Enfin, si les deux intervalles n'ont aucun nombre commun, c'est qu'on a adopté une valeur trop faible pour au moins une des erreurs possibles, ou qu'une erreur accidentelle est intervenue (mauvaise lecture).

Vitesse ascensionnelle. — Supposons les tops faits à intervalles égaux de T secondes, on a pour la vitesse ascensionnelle entre les tops de rang n et $n + p$:

$$V\,a\,(n, n+p) = \frac{Z_{n+p} - Z_n}{p\,T}$$

On voit que l'erreur relative qu'on peut commettre en négligeant la faible erreur sur T sera :

$$\frac{DV\,a}{V\,a} = \frac{DZ_{n+p} + DZ_n}{Z_{n+p} - Z_n}$$

Elle est très forte si p est faible. Par exemple, supposons que l'on ait un ballon de 75 cm. aux environs de 4000 m., l'altitude étant connue à 1% près. (ce qui est une bonne précision) et la vitesse ascensionnelle étant voisine de 200 m/minute, on voit que :

$$\frac{DV\,a}{V\,a} = \frac{80}{Z_{n+p} - Z_n}$$

Ce qui montre qu'il faudra calculer la vitesse ascensionnelle sur 4 minutes si l'on veut connaître sa valeur à 10% près.

Vitesse horizontale. — On commet une erreur sur la direction et une erreur sur la grandeur. Le calcul est peu pratique. Le mieux sera de porter sur le graphique, au lieu des droites faisant avec la base les angles a et les angles b, des droites faisant les angles $a+e$ et $a - e$, $b + e$ et $b - e$, e étant, comme précédemment, l'erreur possible sur les angles. On aura ainsi au lieu de chaque point M' un quadrilatère où l'on pourra affirmer qu'est situé le point M' (fig. 8).

En joignant un point quelconque du quadrilatère M'n avec un point quelconque du quadrilatère

M' $n + 1$ on obtiendra une des valeurs possibles du vecteur vitesse entre les tops n et $n + 1$.

On voit que si l'on adopte pour position de M' l'intersection des droites faisant avec A et B les angles a et b, le quadrilatère d'erreur est équivalent à un parallélogramme ayant pour centre le point M' et dont les côtés sont définis comme suit :

Côté parallèle à A M' :

$$2\,M'P = 2\,(D\,x - 2\,m)$$

Côté parallèle à B M' :

$$2\,M'Q = 2\,(D\,y - 2\,m)$$

$D\,x - 2\,m$ est donné par la formule (6) qui donne, avec les hypothèses faites précédemment :

$$\frac{D\,l}{l} = 0 \qquad D\,a = D\,b = e$$

$$D\,x - 2\,m = (cotg\,b + 2\,K\,|\ cotg\,c\,|\,)\,e\,x$$

$$D\,y - 2\,m = (cotg\,a + 2\,K\,|\ cotg\,c\,|\,)\,e\,y$$

Si les angles dépassent la variation de 15 grades par seconde, il faudra ajouter à ces expressions respectivement les mêmes quantités que celles qui sont indiquées dans le tableau de la page précédente pour D Z' et D Z'', en remplaçant Z' et Z'' par x et y.

Exemple de sondage a 2 théodolites

Cet exemple a été donné pour montrer les valeurs que peuvent atteindre les erreurs commises. On voit qu'elles deviennent très grandes dès que la somme des angles a et b devient voisine de 200 grades. Ce cas se produit :

1° Quand le ballon est voisin du plan vertical de la base. On pourrait l'éviter en utilisant non plus deux, mais trois théodolites disposés en triangle ;

2° Quand la distance du ballon aux deux théodolites devient grande par rapport à la longueur de la base. C'est pourquoi l'on a intérêt à prendre une base aussi grande que possible.

A) *Dépouillement par le calcul.* — On dispose les calculs comme sur le tableau I. La somme des nombres des lignes 9 et 10 et de *log l* donne les *log x* (ligne 11). De même, la somme des nombres des lignes 8 et 10 et de *log l* donne les *log y* (ligne 15). Pour ce calcul, on a avantage à écrire *log l* sur un rectangle de papier mobile avec lequel on couvre, au fur et à mesure des calculs, soit les *log sin a* si l'on calcule x, soit les *log sin b* si l'on calcule y.

La somme des nombres des lignes 19-20-21 donne les facteurs E' de la page précédente. La somme des nombres des lignes 21-22-23, les facteurs E''. On voit que les angles a dépassent la varitation de 30 grades en 2 minutes pour les tops 4, 5, 6 et les angles b pour les tops 5, 6, 7, 8. Les quantités à ajouter dans ce cas à D Z' et D Z'' sont calculées comme il est indiqué page précédente. En réalité, ces quantités ne sont importantes que pour les tops n°s 5 et 6.

On s'est contenté de calculer Z comme il est indiqué page 91. La base étant supposée horizontale, Z''' = Z''.

B) *Dépouillement graphique.* — L'échelle choisie est 1/10.000 ; les longueurs peuvent être estimées au 1/5 de mm. sur le papier millimétré. On a donc comme valeur de l'erreur supplémentaire à ajouter :

$$m = \frac{1}{5} \times 10.000 = 2 \text{ mètres}$$

Pour avoir une idée de l'erreur commise sur les valeurs de la vitesse horizontale, on a employé le procédé décrit page 91. La valeur choisie pour erreur possible sur les angles est celle qui a été calculée page 90 :

$$e = 0{,}2 \text{ grade.}$$

Sauf pour les erreurs sur b aux tops 5 et 6, où la vitesse de variation étant le triple de celle que suppose le calcul de la page 90, on doit prendre :

$$\frac{d\,a}{d\,t}\,D\,t = \frac{3}{20} \text{ grade.}$$

Ce qui donne :

$$e = 0{,}3 \text{ grade.}$$

Le dépouillement graphique a été arrêté au top 15, les erreurs possibles devenant, à partir de là, si considérables que les résultats n'ont plus aucune signification. Déjà entre 14 et 15 l'erreur sur la vitesse peut être de plus de 100% en grandeur et de 80 grades en direction ; on se trouve, en effet, dans le cas le plus défavorable (ballon à la fois loin des théodolites et voisin de la ligne de base).

Remarque. — Si l'on compare le dépouillement par le calcul et le dépouillement graphique, les limites des valeurs trouvées pour Z dans le premier doivent être comprises dans l'intervalle des valeurs limites trouvées pour le second. Il n'en est pas ainsi pour l'exemple donné. Cela vient de ce que le papier millimètré employé pour le dépouillement ayant joué, ses divisions ne se trouvaient pas identiques à celles de la règle du rapporteur à alidade, de sorte que les erreurs graphiques sont plus considérables qu'il n'était prévu.

Cela montre que, dans le cas des applications réelles, il vaudra mieux employer toujours la même

règle pour la mesure des longueurs, et n'utiliser les graduations du papier que comme un guide de direction.

Conclusion

Si l'on veut des résultats précis, il sera nécessaire de faire le dépouillement par le calcul, en tenant compte du calcul d'erreur. Le dépouillement graphique ne sera employé qu'en vue des utilisations immédiates. Si l'on peut accorder assez de confiance à la constance de la vitesse ascensionnelle des ballons employés, on aura peu d'avantages à faire un sondage à 2 théodolites. En effet, on ne pourra guère obtenir une précision supérieure à celle de l'exemple ci-joint, la longueur de 2 km. pour la base atteignant la limite des possibilités avec le matériel dont on dispose ordinairement.

Dans le cas du dépouillement graphique rapide, la question se pose de savoir laquelle des deux déterminations de l'altitude il vaut mieux choisir *a priori* pour avoir la moindre erreur possible. La discussion de la valeur de la quantité D Z' — D Z'' montre qu'en général on a intérêt à choisir l'altitude donnée par le plus grand des deux côtés du triangle A B M' de la figure 1. A partir de $Z = \frac{l}{2}$ on a toujours intérêt à faire ainsi.

J. Barberon,
Ingénieur-Météorologiste des Colonies.

Halo remarquable observé à Yaoundé (Cameroun)

Le 25 juillet 1925, à 15 heures T. M. G. a été observé de la station météorologique de Yaoundé un halo dont la nature a paru suffisamment exceptionnelle pour justifier quelques mesures d'angles.

Conditions préliminaires

Ciel 7/10 couvert et complexe : couches superposées de cumulus, alto-cumulus, cirro-stratus et cirrus francs. Entièrement dégagé dans la direction du soleil à l'exception d'un banc de cirrus fibreux caractéristiques, de dimensions assez réduites (26° sur 5° au début du phénomène), à bords nets, se déplaçant franchement de l'Ouest à l'Est à l'altitude de 5.700 mètres environ (résultats d'un sondage effectué quelques minutes plus tard). Ce banc de cirrus est à l'origine du halo observé.

Mesures

Elles ont été effectuées à l'aide d'un théodolite de sondage immédiatement mis en station.

L'objectif de l'instrument n'étant protégé que par un verre jaune, il n'a pas été possible, pour l'observateur, de repérer exactement le centre du soleil. L'erreur sur les valeurs indiquées plus loin peut atteindre de ce fait 25/100e de grade.

D'autre part, une erreur de quelques centièmes peut être imputée au léger flou séparant les différentes zones du halo. En tenant compte du degré de précision du théodolite utilisé (1/20e de grade) et des erreurs dues à l'observateur lui-même, on peut admettre que les valeurs indiquées sont exactes au grade près.

A défaut de photographies, difficiles à réaliser, les croquis de la page 86, exécutés sur place, traduisent les phénomènes observés.

Développement du phénomène

Le banc de cirrus fibreux signalé ci-dessus devait dans sa marche venir voiler le soleil.

Vers 14 h. 45, son bord antérieur commence à s'iriser sans qu'il soit encore possible de classer cette irisation parmi les couronnes ou parmi les halos. A 14 h. 50, les zones de teintes sont établies. Les anneaux rouge, jaune et vert sont répartis en plages très nettes et vivement colorées. Le bleu au contraire, très pâle et situé sur le bord extérieur du banc de cirrus, se confond presque avec le ciel. La position respective des couleurs du spectre ne laisse alors aucun doute : on est bien en présence d'un halo de rayon très faible.

Ce spectacle absolument magnifique, se poursuit jusqu'à 14 h. 56. Les zones de teintes se fondent alors à nouveau et disparaissent en quelques dizaines de seconde, le rouge en dernier lieu.

Le phénomène se renouvela deux minutes plus tard sur la partie inférieure du banc de cirrus, mais avec beaucoup moins d'ampleur et un angle d'ouverture nettement plus faible. Seuls furent visibles les anneaux rouge, jaune et vert.

Résultats des mesures

Altitude du cirrus (par sondage) : 5700 m. environ.
Angle : soleil-bord interne du rouge : 9 grades.
Angle : soleil-bord externe du vert : 12 grades.
Angle d'ouverture 1re manière : 115 grades.
Angle d'ouverture 2e manière : 35 grades.

Première partie :

Commencement de l'irisation : 14 h. 45 environ.
Durée de la persistance des zones nettes : 14 h.50-14 h. 56.
Fin de l'irisation : 14 h. 57.

Deuxième partie :

Durée de la persistance des zones nettes : 14 h.58-15 h. 03.

Conclusion

Les valeurs du rayon de ce halo semblent correspondre au halo de Van Buijsen (rayon : 9°). Cependant, la rareté de ce phénomène, signalé une fois en vingt ans à Paris, laisse subsister quelques doutes dans l'esprit de l'observateur. (Cf. Lexique météorologique, p. 203). La documentation de la station météorologique de Yaoundé ne permet pas de préciser avec exactitude la nature vraie de ce halo en tous points remarquable.

Jean Pruvost.
Ingénieur E. S. E.
Ingénieur-Météorologiste des Colonies,
Yaoundé. — Cameroun.

NOTES ET INFORMATIONS

Au cours de la **mission scientifique** dont il a été chargé, M. Romer, chef du Service de Physique du Globe, à la Martinique, a visité tous les volcans actifs de la Méditerranée : Vésuve, Stromboli, Vulcano, Etna et Santorin.

Il a pu rapporter de son voyage de nombreux documents lui permettant une étude comparative entre les phénomènes éruptifs de ces volcans et ceux de la Montagne Pelée.

Il a eu l'occasion de se rendre compte que les méthodes de surveillance et les moyens de protection à préconiser sont forts différents suivant la nature des produits émis par les volcans et suivant la topographie des lieux.

Il est à noter que M. Romer est le premier Français ayant été chargé d'étudier sur place le volcan de Santorin (Fonqué-Kaméni) depuis les dernières éruptions de 1925 et 1928.

Par **arrêté ministériel** du 30 avril 1935, M. Giovanelli, Licencié ès Sciences, reçu au concours d'octobre 1936 pour l'emploi d'ingénieur-météorologiste des Colonies, a été nommé Ingénieur-Météorologiste Adjoint stagiaire des Colonies, et affecté aux Etablissements français de l'Océanie.

Le **Service Météorologique de l'Indo-Chine** a commencé la publication de cartes faisant ressortir, par quinzaines, les excédents ou les déficits — par rapport à la moyenne — des pluies tombées en Cochinchine, au Cambodge et au Tonkin. Ces cartes, très soigneusement éditées, faciliteront les études sur la pluviosité de ces régions.

Par arrêtés du **Gouverneur Général de l'Afrique Occidentale française**, ont été nommés dans le cadre local des météorologistes de cette colonie, avec le grade de Météorologiste principal :

MM. André, Licencié ès-Sciences ;
Mertz, Ingénieur-Agronome ;
Triboulet, Licencié ès-Sciences ;
Gervet, Ingénieur-Agronome.

A l'occasion du renouvellement du bureau de la **Société des Ingénieurs civils de France**, le Président de cette Société, M. Jacobson, a, dans un important discours, pris comme sujet : *L'Ingénieur et notre domaine d'outre-mer*. Dans ce discours, il a examiné le rôle des Ingénieurs des différentes techniques représentées dans nos colonies. Une place très flatteuse a été réservé aux Ingénieurs-Météorologistes des colonies.

L'**Académie des Sciences Coloniales** a pris connaissance et a discuté, dans sa séance du 7 mai 1935, la documentation adressée par le Général Tilho, Membre de l'Institut, sur la capture éventuelle du Lagone par la Bénoué.

L'**Institut Océanographique** a donné, au cours de la saison d'hiver, une série de vingt conférences sur l'Océanographie Physique. M. Hubert, Inspecteur Général du Service Météorologique Colonial, a été chargé d'une conférence sur les raz de marée.

Le **Gouvernement Général de l'Afrique Equatoriale Française** vient de faire établir un memento pour l'aviateur voyageant sur les grands axes de l'A. E. F.

Le **Comité national français de Géodésie et Géophysique** s'est réuni au Palais de l'Institut, le 20 avril 1935, sous la présidence de M. Fichot, Membre de l'Institut.

L'assemblée, après avoir pris connaissance des rapports des secrétaires des sections de Géodésie, Séismologie, Météorologie, Magnétisme et Electricité terrestres, Océanographie, Volcanologie, Hydrologie, a désigné les délégués dont l'envoi au Congrès d'Edimbourg sera demandé aux différents départements ministériels.

Le **Service Météorologique de la Martinique** a pu profiter des avions offerts à la colonie par le Ministère de l'air pour commencer une série d'études. Les deux premières sorties, dont il sera rendu compte en détail dans le prochain numéro des *Annales*, ont notamment permis des sondages de température jusqu'à 2.000 et 2.600 mètres.

BIBLIOGRAPHIE

Minot (A.). — **Contribution à l'étude du fleuve Sénégal.** *Bull. Comité Et. hist. et sc. de l'A. O. F.*, 1934, N° 3, p. 385.

La cartographie du fleuve montre :

1° *Entre Saint-Louis et Kayes*, une vallée basse et très plate ; pente 1/100.000.

2° *En amont de Kayes*, une pente beaucoup plus forte, avec des seuils rocheux très nombreux, produisant parfois des chutes verticales (Gouina, Félou). Cette partie offre la possibilité d'une utilisation pour la production d'énergie ; des marigots latéraux permettraient de créer d'énormes réservoirs de régularisation saisonnière.

Les hauteurs d'eau en différents points sont connues avec précision, mais les échelles ne sont pas tarées, ce qui rend plus difficile la connaissance des débits. Les chiffres suivants relatifs à Kayes sont approximatifs : étiage, 13 m³ ; crues possibles : 5000 m³.

L'évaporation le long du fleuve n'est pas compensée par les apports par infiltration latérale. Aussi le cours inférieur finit-il par avoir, en saison sèche, un débit négatif. Ceci permet à la mer de remonter assez loin dans l'intérieur. Il en résulte de grosses difficultés pour alimenter en eau douce des régions basses. Sur le lac de Guiers et le marigot de Saint-Louis, des barrages ont dû être construits pour emmagasiner l'eau douce des crues.

***

Portères (Roland). — **Sur un indice de sécheresse dans les régions tropicales forestières. Indices en Côte d'Ivoire.** *Bull. du Comité d'Etudes hist. et sc. de l'A. O. F.*, 1934, N° 4, p. 653.

Les principales formules connues permettant de déterminer les caractéristiques agricoles d'une région donnée en fonction de la valeur de certains de ses facteurs climatiques, ces formules négligent le facteur essentiel du problème : la plante elle-même.

Pour faire intervenir cette nouvelle donnée, l'auteur considère un indice de sécheresse défini de la façon suivante :

Supposons qu'une quantité d'eau X tombe sur un groupe végétal au moment où celui-ci commence à présenter des symptômes de sécheresse. Si cette précipitation n'est suivie d'aucune autre, les mêmes plantes présenteront à nouveau des symptômes de sécheresse au bout d'un nombre de jours n.

L'indice de sécheresse est alors défini par le quotient $\frac{X}{n}$ qui représente la quantité moyenne d'eau disparue par jour du sol sous l'influence de divers facteurs.

La connaissance de cet indice permet d'évaluer, pour différentes contrées de la Côte d'Ivoire, la durée de la période sèche pour certaines plantes.

***

BURGAUD. — **Sur quelques observations récentes faites dans le sud et le sud-est de la Chine.** *C. R. Ac. Sc.* 1935, T. 200, p. 1543.

Avec l'aide de l'Académie Nationale de Peiping et l'autorisation des Services météorologique et géographique de l'Indochine, des observations magnétiques ont été faites par l'auteur en 1934-1935, sur un arc de cercle de Fort-Bayard à Kun-Ming (Yunnanfu).

Il résulte de ces observations que l'aiguille aimantée aurait atteint sa plus grande élongation vers l'Ouest pour les stations du centre et du Sud de la Chine, et qu'un renversement de la variation séculaire tendrait à se produire. S'il en est ainsi, les lignes agoniques de l'Annam et du Thibet auraient atteint leur écart maximum vers le Sud et vers l'Ouest et le grand ovale japonais qui s'était ouvert au début de ce siècle serait en voie de se refermer lentement.

***

BURGAUD. — **Observations magnétiques dans le sud et le sud-ouest de la Chine et carte des sogones et isodynames.** *C. R. Ac. Sc.* 1935. T. 200, p. 1776.

Un tableau donne les valeurs obtenues dans les observations magnétiques faites pendant l'hiver 1934-1935, dans le sud et le sud-est de la Chine, en 13 stations différentes. Les valeurs anciennes sont données pour 9 de ces stations, ce qui permet de déduire la variation séculaire de D. H. et I. Une carte des isogones et des isodynames complète très utilement ce tableau.

***

CARTON (Paul). — **Nouvelle classification des climats ; applications à l'Indochine.** Hanoï 1934.

La classification proposée est basée à la fois sur la latitude, les températures moyennes annuelles, les températures extrêmes, le degré de continentalisme et les précipitations atmosphériques.

Des indications complémentaires sont prévues pour la définition des climats très spéciaux.

L'application de cette méthode à l'Indochine est donnée sous forme de cartes en couleurs.

***

CARTON. — **Le Climat et l'Homme** (Les facteurs climatiques en écologie humaine). *Feuillets d'hygiène indochinoise*, 1935, p. 39.

Après un rappel des notions élémentaires de météorologie, et une étude détaillée du climat de l'Indochine, l'auteur recherche l'action directe et indirecte des facteurs climatiques sur l'homme, dans les pays tropicaux en particulier. Action directe des facteurs climatiques : influence de la température et de l'humidité sur la température du corps, sur les diverses fonctions et systèmes de l'organisme ; influence du rayonnement solaire, des vents, des radiations cosmiques, de la pression atmosphérique.

Action indirecte des facteurs climatiques : leur influence sur les maladies microbiennes transmises à l'homme par des hôtes intermédiaires (paludisme en particulier).

***

BRUZON. — **Annales du Service Météorologique de l'Indochine, année 1933.** Climatologie, Phu-Lien, 1934.

Ce recueil, après un aperçu général sur les conditions climatiques de l'année 1933 en Indochine, donne de très nombreux renseignements météorologiques. La pression atmosphérique (moyenne mensuelle des observations, des 1ers minima, des 1ers maxima, des 2e minima, des 2e maxima) est indiquée pour 33 stations ; la température (moyenne mensuelle des observations, des minima, des maxima, des amplitudes) pour 78 stations ; l'humidité relative, la nébulosité, l'insolation, le vent et l'évaporation pour 80 stations ; la pluie (quantité mensuelle recueillie, nombre de jours de pluie) pour 473 stations.

L'Éditeur-Gérant : R. PINARDON.

Rochefort-sur-mer. — Imprimerie A. Thoyon-Thèze, 121-123, rue Pierre-Loti. — 1936

Société Anonyme des

Etablissements Jules RICHARD

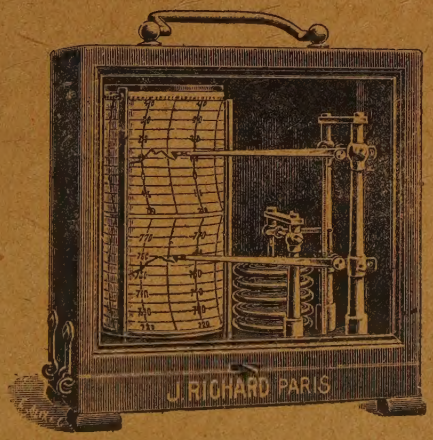
25, Rue Mélingue, PARIS (20e)

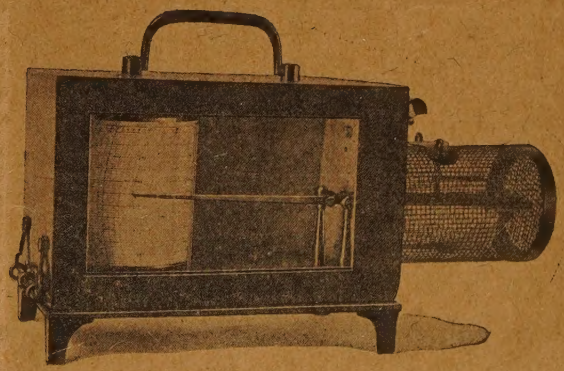
Tél. : Botzaris 88-80 — Tél. : Botzaris 88-80

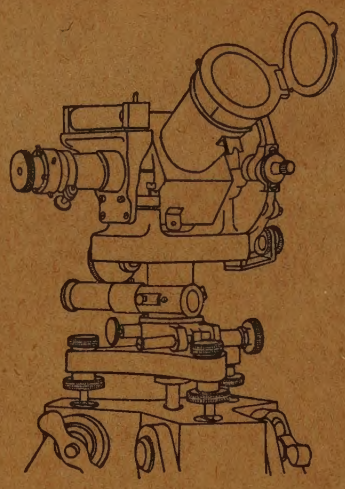
INSTRUMENTS DE PRÉCISION

de Mesure et de Contrôle

pour les Sciences et l'Industrie







A. BERTHELEMY - LORIEUX - PONTHUS et THERRODE

Etabts Albert LEPETIT & Cie

Société en commandite simple. Capital 1.000.000 de francs

Constructeurs

20, Rue Marie Debos, à Montrouge (Seine)

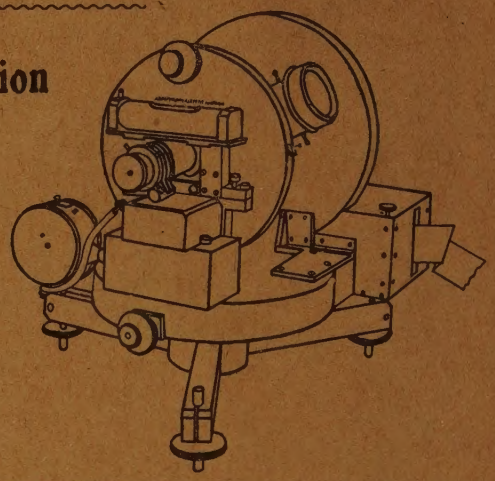
Tél. Alésia 26-37 — Ad. tél. Ponrode Paris 14

Fournisseurs des Ministères des Colonies, de la Marine, du Service Géographique de l'Armée.

Instruments de Précision

pour

— la Topographie, la Marine —
l'Aviation, la Météorologie, etc...



THÉODOLITES SIMPLES ET ENREGISTREURS
POUR LE REPÉRAGE DES BALLONS-SONDES

Catalogues franco sur demande

Rég. Comm. Seine 229-817B

ROSENMULLER
DRESDEN

ANÉMOMÈTRES
POUR TOUTES VITESSES
(à partir de 0,02 m/sec.)

GIROUETTES

TUBES DE PITOT

MICROMANOMÈTRES

LAMBRECHT
GÖTTINGEN

HYGROMÈTRES

PSYCHROMÈTRES

BAROMÈTRES

PLUVIOMÈTRES

EVAPOROMÈTRES

HÉLIOMÈTRES

A. OTT
KEMPTEN

PLANIMÈTRES
INTÉGRAPHES
ANALYSEUR-HARMONIQUE

—

ENREGISTREUR
DE MARÉE ET DE HOULE

—

APPAREILS
POUR L'ÉTUDE
DES COURANTS D'EAU

J. BAROT

Représentant exclusif
pour la France et les Colonies

20, Rue de Varenne, PARIS (7e)

Catalogues franco sur demande

Rochefort-sur-mer. — Imprimerie A. Thoyon-Thèze. — 1936.